BOTANISKA NOTISER

FÖR ÅR 1929

UTGIVNA AV

LUNDS BOTANISKA FÖRENING

REDIGERADE AV

N. SYLVÉN

HÄFTE 5—6

DISTRIBUTÖR:
C. W. K. GLEERUP, FÖRLAGSBOKHANDEL
LUND

Botaniska Notiser 1929, Lund 1929.

Die Cerastium-Arten des tropischen Afrikas.

Von Th. C. E. Fries und H. Weimarck.

Das Material der schwedischen Kenia-Mt. Aberdare-Expedition von 1921—22 enthält mehrere *Cerastium*-Arten, die wir uns vorgenommen haben zu bestimmen. Sie stammen zum Teil aus niederen Lagen — montanen Regenwäldern oder Bambusregionen — zum Teil aus Regio alpina, sogar aus ihren höchsten Teilen. In diesem Zusammenhang haben wir auch das Material Dr H. Granvik's vom Mt. Elgon aus dem Jahre 1926 geprüft.

Die letzte Bearbeitung der tropisch afrikanischen Arten der Gattung findet sich in Engler's, Pflanzenwelt Afrikas (3: I 1915. S. 160). Wir haben indessen gefunden, dass dieses Werk in gewissen Hinsichten, zumal in Bezug auf später eingesammeltes Material, wenig genügend ist. Wir haben deshalb aus dem Botanischen Museum zu Berlin-Dahlem das reiche dort aufbewahrte Material afrikanischer *Cerastium*-Formen geliehen, das der obengenannten Übersicht Engler's zu Grunde gelegen hat. Auf der Grundlage von allem diesem liefern wir hier eine Revision sämtlicher bisher bekannten Arten und Formen aus dem tropischen Afrika. Zugleich haben wir auch die südafrikanischen und madagassischen Arten geprüft, um ihre Verwandtschaft zu den tropischen Arten festzustellen. —

Wir benutzen die Gelegenheit dem Direktoren des Museums zu Berlin-Dahlem Herrn Prof. Dr L. Diels unseren aufrichtigen Dank zu überbringen für seine Bereitwilligkeit, uns Material zu Verfügung zu stellen.

Die afrikanischen wie die madagassischen Arten gehören zu der Untergattung *Eucerastium* Boiss., Sect. *Orthodon* Ser. Sie verteilen sich ganz natürlich auf zwei Haupttypen:

caespitosum- und *africanum*-Typus. Im tropischen Afrika kommen beide Arttypen vor, in Südafrika nur jener Typus und auf Madagaskar — abgesehen von zur späteren Zeit eventuell eingewanderten Adventivformen — nur der *africanum*-Typus.

Die weiteste Verbreitung auf dem afrikanischen Festlande haben *Cerastium caespitosum* und *C. africanum*, die in nur wenig verschiedenen Formen in West- und Zentralafrika, Abessinien, Ostafrika und bis Südafrika hinab vorkommen. — Die Arten des *caespitosum*-Typus sind charakterisiert durch ziemlich krautartige, nicht glänzende Kelchblätter und vor allem dadurch, dass die Kronenblätter an der Spitze mehr oder weniger tief eingeschnitten sind mit einer sehr engen Spalte, deren Ränder fast parallel sind. — Die Arten des *africanum*-Typus dagegen sind dadurch charakterisiert, dass die Kelchblätter mehr oder weniger pergamentartig und glänzend sind und dass die Kronenblätter an der Spitze ausgerandet oder fast ganzrandig sind (deutlich ausgerandet bei den grossblütigen, weniger deutlich—gar nicht bei den kleinblütigen Arten). Die habituellen Verschiedenheiten zwischen den Arten der beiden Gruppen sind sehr auffallend, obgleich man zugeben muss, dass gewisse hochalpine Arten des *africanum*-Typus in recht hohem Masse von dem weit verbreiteten, grossblütigen *C. africanum* abweichen.

Wie aus der folgenden Darlegung hervorgeht gewährt auch die Gattung *Cerastium* Beispiele von mehreren Parallelarten. Aus der Tieflandsform *C. caespitosum* hat aller Wahrscheinlichkeit nach die abessinische Alpenform *C. octandrum* ihren Ursprung. Von *C. caespitosum* weicht dies fast nur durch die Vierzähligkeit der Blüten ab und kann wohl daher nur als eine schwache Elementarart erachtet werden. Die hochalpine Kamerunform (Preuss n. 856) ist auch wohl aus *C. caespitosum* entstanden. Sie ist aber keineswegs, wie Engler angibt, mit der abessinischen Alpenform von *C. caespitosum (f. humilis)* identisch, sondern sie ist wahrscheinlich in Westafrika entstanden. Sehr vielförmig ist

der *africanum*-Typus. Die Art *C. africanum*, zuerst aus Westafrika beschrieben, kommt ausser im ganzen tropischen Afrika auch auf den Comoroinseln vor. Wenigstens weichen die Exemplare, die wir von dort gesehen haben, nur wenig von den Festlandsformen ab. Sehr nahe verwandt ist *C. madagascariense* Pax. Sie scheint indessen eine recht gut differenzierte Art zu sein, die sich besonders durch deutlich gestielte Blätter auszeichnet. Begreiflicherweise finden sich in verschiedenen Teilen von Afrika von *C. africanum* mehrere verschiedene, mehr oder weniger ausgeprägte Rassen — grossblütige und grossbeblätterte vor allem in Abessinien und bei einigen Kollekten aus Britisch Ostafrika, kleinblütige und kleinbeblätterte meist in Südostafrika. Doch zeigt das sehr reiche Material, das wir Gelegenheit zu untersuchen gehabt haben, alle Übergänge zwischen diesen Extremen. So dürfte es kaum möglich sein, Exemplare vom Kamerunberge und Kenia zu unterscheiden. Als hochmontane oder alpine Parallelformen, aus *C. africanum* in verschiedenen Teilen von Afrika differenziert, glauben wir mit grosser Wahrscheinlichkeit *C. afromontanum* mit dessen Varietäten, *C. keniense*, *C. kilimandscharicum* und *C. aberdaricum* bezeichnen zu können.

Ein unzweideutiger Ausläufer über Abessinien und dem Gallahochlande vom Mittelmeergebiete ist das übrigens kosmopolitische *C. caespitosum*. Was die Arten des *africanum*-Typus betrifft, dürfte keine enge Verwandtschaft mit mediterranen Formen zu erweisen sein. Sie weichen nämlich in der Form der Kronenblätter erheblich von diesen ab. Wahrscheinlich haben aber auch sie trotz alle dem einen nördlichen Ursprung.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Kelchblätter krautartig, nicht glänzend, häutig gerandet, mit ausgezogener Spitze. Kronenblätter mit sehr enger, gewöhnlich tiefer Spalte.

a) Blüten 5-zählig.

1. *C. caespitosum* Gilib.

b) Blüten 4-zählig.

2. *C. octandrum* Hochst.

II. Kelchblätter pergamentartig, glänzend, spitz oder abgerundet. Kronenblätter ausgerandet—fast ganzrandig.

a) Kronenblätter länglich, gewöhnlich klein (bei *C. africanum* mittelgross).

† Kronenblätter kürzer als die Kelchblätter. Blüten 5-zählig.

3. *C. keniense* n. sp.

†† Kronenblätter ebenso lang wie die Kelchblätter oder länger.

α. Blüten ausnahmslos 4-zählig.

4. *C. aberdaricum* n. sp.

β. Blüten 5-zählig (einzelne ausnahmsweise 4-zählig).

1. Blätter schmal, dick, am Mittelnerv und am Rande ziliiert, übrigens kahl. Kapsel lang, fast zylindrisch.

5. *C. kilimandscharicum* (Engl.) nov. comb.

2. Blätter breit, dünn, behaart, Kapsel kurz, an der Spitze sich verengernd.

6. *C. africanum* (Hook f.) Oliver.

b) Kronenblätter keil- oder spathelförmig, an der Spitze sehr breit, ausgerandet, gross. Blüten 4-zählig (einzelne ausnahmsweise 5-zählig).

7. *C. afromontanum* n. sp.

1. *Cerastium caespitosum* Gilib. — Verbreitung: kosmopolitisch. — Abessinien: Schimper n. 217, 756 und 1379. — Gallahochland: O. Neumann n. 40; Ellenbeck n. 1444, 1818, 1834 und 1834 a. — Kenia: Westseite bei Forest station c. 2300 m. ü. d. M. im Regenwalde auf feuchter Stelle. Blühend und fruchtend am 26. Dez. 1921 und 3. Jan. 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 321 und 685. Regio bambusina inferior am Rande des Bambuswaldes

2500 m. ü. d. M. Blühend und fruchtend am 27. Jan. 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 1188. Regio alpina superior am 5. Febr. 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 1326, 1326 b und 1326 c. — Mt Aberdare: Regio bambusina superior in Gebüsch. Blühend und fruchtend am 13. März 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 2334. Etwa 3000 m. ü. d. M. am 15. März 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 2632. Regio alpina am 19. März 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 2677. Auf dem Gipfel des Sattima c:a 4000 m. ü. d. M. Blühend am 21. März 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 2583. — Mt Elgon: Dümmer n. 3346. — Kamerungebirge: Deistel n. 39, C. Ledermann n. 6001.

Die Art ist über die Bergländer beinahe des ganzen tropischen Afrika verbreitet. Auf niedereren Niveauen, zumal in den montanen Regenwäldern, erreicht sie, da sie gewöhnlich in dichter Vegetation wächst, eine überraschende Grösse (1 m oder mehr). Da sie wegen ihres schlanken Wuchses sich nicht von selbst aufrecht erhalten kann, stützt sie sich auf in der Nähe wachsende Pflanzen. Diese wahrscheinlich nur oekologisch bedingte Form nennt Engler (l. c.) var. *scandens*. Mehr in der Höhe werden die Exemplare immer kleinwüchsiger und eine hochmontane Form von etwa derselben Grösse wie unsere schwedische ist von Hochstätter als eigene Art aufgestellt worden: *C. simense* Hochst. (ex. A. Richard. Tent. florae abyss.). Engler nennt sie var. *simense*.

Innerhalb der höheren und höchsten Teile der Regio alpina kommt die Art auch vor aber als eine polsterförmige Zwergform (= *C. simense* Hochst. var. *humilis* Hochst.). Es ist unmöglich nur durch Herbarmaterial sicher die systematische Wertigkeit dieser Formen festzustellen. Es scheint indessen wahrscheinlich, dass Modifikationen oder jedenfalls nur kleine Rassenverschiedenheiten wegen Standort und Klima vorliegen. (Oekotypen nach Turesson). Auf dem Kamerunberge, in dessen niedereren Regionen echtes *C. caespitosum* vorkommt, erscheint c:a 4000 m. ü. d. M. in

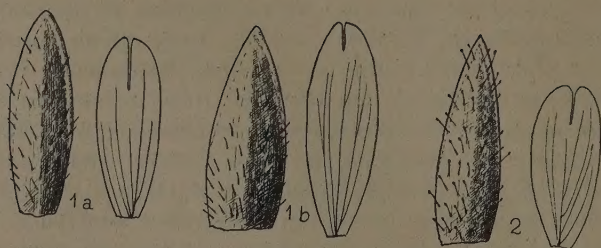


Fig. 1—2.

1 a: *Cerastium caespitosum*, Schweden, Schonen.
1 b: » » Kenia, Rob. E Fries et Th. C. E. Fries n. 321.
2: » *octandrum*, Abessinien, Amogai, Schimper n. 227.

der Regio alpina ein eigentümlicher Typus (Preuss n. 856). Nur spärliches Material ist vorhanden. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist diese Form 1-jährig und kann u. a. deshalb kaum nur als eine Hochgebirgsform von *C. caespitosum* aufgefasst werden, dem sie doch unzweifelhaft sehr nahe steht. Sie ist von Engler (l. c.) mit der hochalpinen, abessinischen Gebirgsform (= *C. caespitosum* Gilib. var. *simense* (Hochst.) Engl. f. *humilis* (Hochst.) Engl.) identifiziert worden, ist aber also damit nicht identisch, sondern ist wahrscheinlich aus den *C. caespitosum*-Formen des Kamerunberges ausdifferenziert worden.

2. *Cerastium octandrum* Hochst. ex. A. Richard Tent. florae abyss., p. 45. — *C. caespitosum* Gilib. var. *octandrum* (Hochst.) Engler in Pflanzenw. Afr. (3: I 1915. S. 160). — Verbreitung: Abessinien auf alpinen Standorten. — Schimper n. 82, 227, 872, 1167 und 1841.

3. *Cerastium keniense* Th. Fr. jr et H. Weim. n. sp. Herba perennis, humilis, stolonibus subterraneis repens, caulibus villosis. Folia densa, subsessilia, oblonga vel oblongo-obovata, 8—10 mm longa, 3—5 mm lata, ciliata, nervo mediano subtus villoso, ceterum glabra. Flores in apicibus caulorum collocati, in axillis foliorum singuli, 5-meri. Sepala ovato-lanceolata, chartacea, basi pilis sparsis



Fig. 3—5.
3: *Cerastium keniense*, Kenia, Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 1377 a.
4: » *aberdaricum*, Mt Aberdare. Rob. E. et Th. C. E. Fries. n. 1410.
5: » *kilimandscharicum*, Mt Abardare, Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 2045.

munita, ceterum glabra, apice subacuta, c. 5 mm longa. 1,5—2 mm lata. Petala calyce breviora 2,5—3 mm longa, oblonga, apicibus subintegris vel leviter emarginatis. Capsula matura plus minus curvata, calyce 1/4—1/3 longior. Semina dilute brunnea, dense verriculosa, 0,8 mm diam.

W.-Kenia: Regio alpina superior. Blühend und fruchtend am 2. und 5. Febr. 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries. n. 1377 und 1377 a (spec. originale).

4. *Cerastium aberdaricum* Th. Fr. jr et H. Weim. n. sp. Herba perennis, 10—15 cm alta, stolonibus subterraneis repens, caulibus puberulis, internodiis 1/2—1 cm longis. Folia subsessilia, crassiuscula ovato-lanceolata 5—6 mm longa, 2,5—3 mm lata, glabra vel glabriuscula, ciliata, nervo mediano subtus villoso, ceterum glabra. Caules ramique in parte superiore floriferi. Flores 4-meri. Sepala lanceolata, chartacea, glabra, apice subacuta, c. 5 mm longa, 1 mm lata. Petala obovato-oblonga, apicibus emarginatis, 6 mm longa, 2—2,5 mm lata. Capsula matura subcurvata, calyce 1/3 longior. Semina obscure brunnea, dense verriculosa, 0,8—0,9 mm diam.

Mt Aberdare: Hochsteppe etwa 3000 m. ü. d. M. in der Nähe vom Sattima. Blühend und fruchtend am 15. März 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 2410 (spec. originale) und 2417.

Die oben beschriebene Art schliesst sich durch die Beschaffenheit der Kelch- und Kronenblätter dem *africanum*-Typus an. Sie ist eine diminutive Hochgebirgsform von sehr eigentümlicher Tracht.

5. *Cerastium kilimandscharicum* (Engl.) Th. Fr. jr et H. Weim. nov. comb. — *C. caespitosum* Gilib. var. *kilimandscharicum* ENGLER in Pflanzenw. Afr. 3: I, 1915. S. 100 (nomen). Herba perennis, ad 20 cm alta, stolonibus repentibus et adscendentibus, caulibus juvenilibus pubescentibus, aetate glabrescentibus. Folia distantia, internodiis vulgo 1—3,5 cm longis. Folia sessilia, lanceolata vel lineari-lanceolata, 1—1,5 cm longa, 2—4 mm lata, ciliata, glabra. Flores inflorescentiam cymosam multifloram formantes, 5-meri. Sepala ovato-lanceolata, chartacea, pubescentia, apice subacuta, 5—6 mm longa, 1,5 mm lata. Petala calyce subæquilonga vel longiora, c. 6—7 mm longa, 1,5 mm lata, anguste obovata, apice rotundata, integra vel leviter emarginata. Capsula matura calyce duplo longior, plus minus curvata. Semina brunnea, dense verruculosa, 1 mm diam.

Kilimandjaro: Landschaft Marangu 2440 m. ü. d. M. Bergwiese oberhalb des Waldes. Blühend und fruchtend am 1. Sept. 1893. G. VOLKENS n. 792. 3500—4500 m. ü. d. M. Fruchtend. H. MEYER n. 8. *Erica*-Zone auf gebranntem Boden c:a 3300 m. ü. d. M. Blühend und fruchtend am 22 Sept. 1901. C. UHLIG n. 628.

Mt Aberdare: Sattima auf Hochsteppe c:a 3000 m. ü. d. M. Blühend am 15. März 1922. ROB. E. et TH. C. E. FRIES n. 2405. Kinangop auf Hochsteppe c:a 3000 m. ü d. M. Blühend und fruchtend am 2. April 1922. ROB. E. et TH. C. E. FRIES n. 2710.

Die Art ist sehr charakteristisch. Sie kann — trotz der kurzen Kronenblättern — nicht zum *caespitosum*-Typus geführt werden, sondern dürfte in Wirklichkeit mit *C. africanum* verwandt sein. Auffallenderweise haben wir keinen durchgehenden Unterschied zwischen den Kilimandjaro-

und den Mt Aberdare-Exemplaren finden können. Besonders gut stimmt VOLKENS n. 792 mit FRIES' n. 2405 und 2710 überein.

6. *Cerastium africanum* (Hook. f.) Oliver in Fl. of trop. Afr. I, 1860, S. 141. — *Arenaria africana* J. D. Hooker in Journ. of Linn. Soc., 1864, S. 184. — Verbreitung: West- und Zentralafrika, Abessinien und Ostafrika bis Süd-Nyassaland und Griqualand. — Kamerungebirge: H. H. JOHNSTON s. n. (hb. Berl.); PREUSS n. 733; WEBERBAUER n. 22. — Vulkanergebiet: VIRUNGA von GRETZEN n. 75. Karissimbi: H. MEYER n. 792 und J. MILDBRAED n. 1579. — Ruwenzori: F. STUHLMANN n. 2296 und G. F. SCOTT ELLIOT n. 7670 a. — Brittisch Ostafrika: Lamuru. SCHEFFLER n. 267. Escarpment: F. THOMAS n. 46. Mt Aberdare: Ostseite, Regio bambusina superior in Gebüsch. Blühend am 13. März 1922. ROB. E. et TH. C. E. FRIES n. 2333. Kenia: Westseite, Regio bambusina inferior in Bambuswald c:a 2500 m. ü. d. M. Blühend am 28. Jan. 1922. ROB. E. et TH. C. E. FRIES n. 1232. — Abessinien: SCHIMPER n. 1383. — Gallahochland: ELLENBECK n. 1895. — Kilimandjaro: G. VOLKENS n. 439 und 1334. C. UHLIG n. 218. A. ENGLER n. 1803. — Usambara: J. BUCHWALD n. 16, 198, 382 und 451. C. HOLST n. 50, 640 et 3254. LIEBUSCH s. n. EICK n. 177 und 217. BRAUN n. 2678 und 2826. A. ENGLER n. 963 und 968 a. — Uluguru: STUHLMANN n. 8750. — Süd-Nyassaland: Mt Malosa. A. WHYTE s. n. — Griqualand: Insiowa-Gebirge. R. SCHLECHTER n. 6449. — Comoroinseln: KARSTEN s. n. HUMBLOT n. 431. SCHMIDT n. 108.

Die Exemplare aus verschiedenen Teilen vom tropischen Afrika sind einander ziemlich ähnlich. In Abessinien ist jedoch die Art durch eine grossblättrige und grossblütige Form representiert. Auf dieser Form hat A. ENGLER (l. c.) eine var. *Schimperi* gegründet. Zu var. *Schimperi* führt er auch einige Exemplare aus Zentral- und Ostafrika (C. HOLST n. 50, 325 und 640, F. STUHLMANN n. 2296, SCHEFFLER n. 267, J. MILDBRAED n. 1579). In der Wahrheit

bilden diese einen Übergangstypus zu der in diesen Gegenden gewöhnlichen Hauptform. Exemplare aus Süd-Nyassaland und Griqualand sind kleinblütig, unterscheiden sich doch kaum übrigens von der gewöhnlichen tropischen Form. Die Art ist also durch genetisch etwas verschiedene Rassen innerhalb einzelnen Teilen ihres grossen Verbreitungsgebiets representiert, ist aber nicht desto weniger natürlich abgegrenzt.



Fig. 6. *Cerastium afromontanum* var. *bambuseti*, Kenia, Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 1175.

7. *Cerastium afromontanum* Th. Fr. jr et H. Weim. n. sp. Herba perennis, 15—20 cm alta, ramosa, ramis adscendentibus, caulibus glandulis minutis densissimis viscosis obtectis. Folia distantia, internodiis vulgo 1,5—3 cm longis, sessilia, crassiuscula, late lanceolata vel lanceolato-ovata, 1,5—2 cm longa, 0,4—0,7 cm lata, utrinque glandulosa, glanduloso-ciliata. Caules in parte superiore floriferi. Flores 4-meri. Sepala oblongo-ovata, chartacea, glandulosa, c. 7 mm longa, 3 mm lata. Petala maxima spathulata, apicibus leviter emarginatis, 1,0—1,1 cm longa, 0,6 cm lata. Capsula matura subrecta, calyce brevior vel subaequilonga. Semina obscure brunnea, dense verrucosa, 1,2 mm diam.

Mt Aberdare: Sattima, Regio alpina. Blühend und fruchtend am 19. Febr. 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 2634 und 2634 a. — Auf dem Mt Aberdare kommt auch eine nur schwach glandulose Form vor (f. *infer-alpina* n. f.): differt tantum caulibus inferne vix glandulosis, foliis pubescentibus, eglandulosis); zu dieser gehöhren Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 2310 und 2485 (Westseite in der Regio bambusina superior und Sattima, Regio alpina inferior. Blühend und fruchtend am 13. und 21. März 1922).

var. *Granvikii* nov. var. Differt floribus minoribus, sepalis 4—5 mm, petalis 9 mm longis, caulibus et foliis

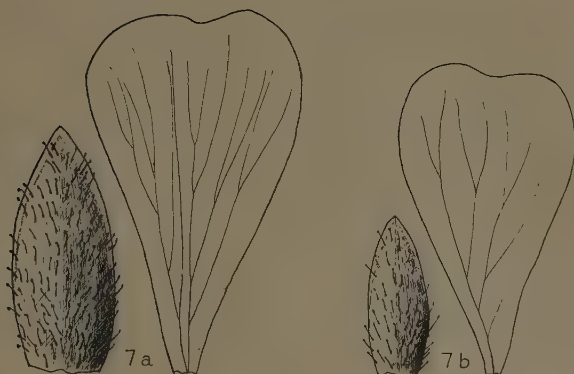


Fig. 7.
7a: *Cerastium afromontanum*, Mt Aberdare, Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 2634.
7b: » » var. *Granvikii*, Mt Elgon, H. Granvik n. 180.

pubescentibus, glandulis intermixtis, foliis minoribus, 0,5—0,7 cm longis, 0,2—0,4 cm latis, capsula matura calyce duplo longior, seminibus 1 mm diam. — Mt Elgon: super mare metra 4000. Blühend und fruchtend Febr. 1926. H. Granvik n. 180.

var. *bambuseti* nov. var. Differt floribus minoribus, sepalis 5 mm, petalis 7—8 mm longis, caulibus pubescentibus et parce glandulosis, foliis membranaceis, ovatis, ciliatis, ceterum utrinque, nervo mediano subtus excepto, glabris vel subglabris. — Kenia: Westseite, Regio bambusina inferior auf Lichtungen am Rande des Bambuswaldes c:a 2500 m. ü. d. M. Blühend und mit unreifen Früchten am 27. Febr. 1922. Rob. E. et Th. C. E. Fries n. 1175.

Die behandelten Formen stehen einander unzweifelhaft sehr nahe. Von var. *Granvikii* und var. *bambuseti* liegt nur spärliches Material vor. Wir finden es deshalb am richtigsten sie vorläufig nur als Varietäten zu bezeichnen. — Der Formenkreis *C. afromontanum*, die auf verschiedenen Gebirgen in Zentral- und Ostafrika vertreten ist, war

bisher kaum bekannt. In »Pflanzenwelt Afrikas» (3: I, 1915. S. 100) erwähnt jedoch A. ENGLER ohne nähere Beschreibung unter *C. africanum* (Hook. f.) Oliver eine var. *Jaegeri* mit 4-zähligen Blüten (»am Kraterrand des Deani und des Eleaneirobi»); keine andere Beschreibung haben wir in der Literatur gefunden. Auf Grund des zu unserer Verfügung gestellten Materials des Berliner-Museums (JAEGER n. 403 und 443) konnten wir feststellen, dass *C. africanum* (Hook f.) Oliv. var. *Jaegeri* Engl. (nomen) zu dem Formenkreise gehört, die wir unter *C. afromontanum* gesammelt haben. Sie schliesst sich zunächst der Hauptform der Art an, hat aber längere und auf beiden Seiten nur wenig behaarte, ziliierte, wenig drüsenhaarige Blätter. Die Blüten sind ebenso gross wie bei echtem *C. afromontanum*. Ihre endgültige systematische Stellung in Verhältnis zu echtem *C. afromontanum* festzustellen, ist vorläufig unmöglich.

Botaniska Notiser 1929, Lund 1929.

Rubus scanicus Aresch. et Rubus semiscanicus C. E. Gust.

Par C. E. Gustafsson.

En Dansk Ekskursionsflora de C. Raunkiær, Kjoebenhavn 1922, Mr K. Friderichsen a changé le nom de *Rubus scanicus* Aresch. en celui de *Rubus axillaris* Lej. Le savant connaisseur des ronces anglaises, Mr W. Watson, Bickley, Kent, qui croit avoir identifié le *R. scanicus* en Angleterre, m'a demandé mon opinion au sujet de sa similitude avec le *R. axillaris*. Il a comparé les descriptions et croit que les deux ronces ne sont pas identiques. Il parait donc utile d'élucider cette question.

Les ronces ont une valeur différente selon les lois de la nature et c'est sur ces lois qu'il faut établir leur classification systématique. Elles se composent, en grande partie, de formes locales difficiles à identifier complètement avec d'autres formes provenant de localités différentes et qui peuvent souvent être classifiées dans une section ou une autre.

Il est nécessaire qu'un auteur de grands ouvrages sur les Rubus place sous d'autres formes telles petites variétés déjà décrites, mais ces groupements sont souvent arbitraires et il n'y a pas de raisons de changer le nom d'une espèce originale et bien connue dans les flores locales, à moins que sa véritable identité soit bien prouvée.

Autrefois, le docteur W. O. Focke de Brèmes, était persuadé que le *R. scanicus* Aresch. n'était autre que le *R. chlorothyrsus* F. La justesse de cette opinion a été niée par le recteur L. M. Neuman dans Kungl. Vet. Ak. handl. 1883 p. 75 et par le professeur F. W. C. Areschoug dans

ses »Some observations on the genus Rubus» 1885 p. 132. Dans son grand ouvrage »Species Ruborum» 1914, Mr FOCKE a reconnu que les deux formes sont un peu différentes.

Le professeur H. SUDRE, de Toulouse, auteur du grand ouvrage, Rubi Europæ, 1908—1913, déclare dans les »Rubus de Belgique», Gand 1910 p. 193 (Extrait du Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, tome XLVII 1910) que le *R. scanicus* Aresch. est le même que le *R. axillaris* Lej. Il écrit au sujet de cette forme: »C'est exactement la plante récoltée en plusieurs autres endroits et appelée *R. Leyi* par Mr FOCKE. DU PRÉ, du reste, avait reconnu l'identité des *R. axillaris* Lej., *R. Leyi* F. et *R. scanicus* Aresch. N'ayant pas vu de specimens authentiques de *R. axillaris* Lej., j'ai admis la dénomination de Mr FOCKE, mais celle de LEJEUNE ayant incontestablement la priorité, la plante dont il est question ici doit porter le nom de *R. axillaris»*.

Avant la mort de Mr FOCKE, je lui ai demandé son opinion concernant la déclaration précédente de Mr SUDRE. Il m'a simplement répondu: »Sudre n'a pas été en état de décider cette chose seulement par des specimens desséchés».

Pour moi, j'ai la conviction que SUDRE attache trop peu d'importance aux descriptions originales et beaucoup trop aux specimens desséchés.

On verra, en étudiant les Rubi Europæ, que SUDRE usait souvent de faibles caractères, comme la couleur des étamines et des styles, pour distinguer les petites formes. Quand des auteurs ont compris des variétés différentes dans une seule et même description, un autre auteur est excusable d'ignorer les caractères détaillés de ces différentes formes; mais si ces auteurs, comme P. J. MÜLLER, ont décrit chaque forme différente avec ses caractères particuliers, il semble que ces caractères, déjà donnés dans les descriptions originales, devraient être les mêmes pour SUDRE que pour les auteurs qui les ont donnés les premiers. Or, il n'en est pas toujours ainsi.

Certainement, à l'égard de la généalogie les formes sont plus justement groupées dans les Species Ruborum que dans les Rubi Europæ, mais la détermination des especes est plus difficile. Mr FOCKE a apporté très peu d'attention aux formes locales; aussi, j'ai préféré déterminer les ronces européennes d'après les Rubi Europæ et je ne crois pas que beaucoup en aient déterminé, en notre temps, plus que moi. A cause de ces observations, je pense que je dois user de l'ouvrage de SUDRE, mais que j'en dois user avec discernement.

Le spécialiste des ronces anglaises, le révér. H. J. RIDDELSDELL, m'a communiqué quelques observations, assurément légitimes, à ce sujet.

Je n'ai pas à tenir compte de descriptions de minime importance, mais lorsque Mr SUDRE dit tout le contraire de la description originale, on est obligé d'estimer que sa détermination n'est pas exacte.

L'année dernière, j'ai visité l'Alsace et le Palatinat afin de rechercher sans leurs localités classiques les Rubus de P. J. MÜLLER, et voici quelques unes de mes observations:

R. canaliculatus P. J. Müll.: Rameau florifère à aiguillons épars (MÜLL.). Rameau florifère à aiquillons nombreux. (SUDRE).

R. coarctatus P. J. Müll.: Feuilles à base à peu près entières (MÜLL.). Foliole terminale cordée. (SUDRE).

R. macrostachys P. J. Müll.: Feuilles assez poilues en dessus (MÜLL.). Feuilles glabrescentes en dessus (SUDRE).

R. rubellus P. J. Müll.: Turion anguleux, feuilles ovoïdes —arrondies (MÜLL.). Turion obscurement anguleux, feuille terminale elliptique—obovée (SUDRE).

R. morifolius P. J. Müll.: Turion anguleux (MÜLL.). Turion arrondi (SUDRE).

R. conothyrsus F.: Feuille terminale étroitement obovée ou elliptique (F). Feuille ovoïde (SUDRE).

R. papulosus P. J. Müll.: Foliole terminale ovoïde (MÜLL.). Foliole terminale obovée ou rhombée—obovée (SUDRE).

R. insectifolius P. J. Müll.: Sepales réflechis (Müll.). Sépales étalés (Sudre).

R. Menkei Wh. L'image de Sudre provient probablement d'une Ronce d'origine normande; en tout cas n'est pas la même que celle de Pyrmont de Weihe et Nees.

R. adornatus P. J. Müll.: Turion d'un brun noirâtre (Müll.). Plante d'un vert pâle, jaunâtre (Sudre).

R. fulcratus P. J. Müll.: Foliole terminale cordée à la base (Müll.). Foliole terminale à peine émarginée (Sudre).

R. exacutus P. J. Müll.: Turion à nombreux aiguillons (Müll.). Turion à aiguillons épars (Sudre).

R. orbiculatus P. J. Müll. Styles rougeâtres, seulement à l'extrémité blanchâtres (Müll.). Styles verdâtres (Sudre).

Quoique je constate dans les Rubi Europæ d'importants mérites, il faut convenir que, d'après les exemples cités ci-dessus, on ne doit pas accorder à Sudre une autorité absolue dans tous les détails. Dans cette réserve, je comprends l'identité déclarée par lui entre le *R. axillaris* Lej. et le *R. scanicus* Aresch.

Je suis très reconnaissant à l'Institut botanique de Bruxelles pour la bienveillance avec laquelle il m'a envoyé une excellente photographie du spécimen même du *R. axillaris* sur lequel Mr Sudre a accepté ce nom. Cette photographie m'a donné une bonne idée de la forme dont il s'agit.

J'ai déjà fait remarquer que Mr Sudre avait trop peu d'égard pour les descriptions originales et en témoignait beaucoup trop aux spécimens desséchés. S'il avait comparé la description du *R. axillaris* Lej. avec celle du *R. scanicus* Aresch., il aurait au moins observé la différence entre la couleur des pétales.

Selon Sudre, le nom de *R. axillaris* Lej. chez la rev. Fl. Spa est un »nomen nudum» et on peut par conséquent l'omettre. Cependant, dans la description assez courte de Lejeune et Courtois (Compendium floræ Belgicæ, 1831, p. 166), on peut lire les caractères suivants: »Caule angulato; foliis quinato-pedatis ovato-subrotundis, subtus pube-

scentibus; corolla alba, petalis ellipticis». Les caractères correspondants dans Some observations on the genus Rubus sont ainsi concus: »turionibus teretibus, versus apicem obtusangulis; foliis 3-natis vel 5-natopedatis, terminali rotundato ovato-obovato, utrinque glabris subtus in venis pilosis; petalis dilute roseis, suborbiculatis».

Ces différences attestent mon assertion que le *R. scanicus* n'est pas identique au *R. axillaris*, mais il faut convenir que les différences ne sont pas grandes. Il n'y a donc aucune difficulté à suivre Mr FOCKE et à grouper le *R. scanicus* sous le *R. chlorothyrsus* ce que Mr SUDRE a fait également pour le *R. axillaris*. Il faut pourtant observer que Mr SUDRE en les Rubi Europæ a changé la description de LEJEUNE et COURTOIS.

Le *R. scanicus* Aresch. n'a qu'une extension assez petite, mais c'est une espèce bien formée que l'on peut distinguer d'autres Ronces plus facilement que le *R. axillaris* en Belgique. Mon fils, ÅKE GUSTAFSSON, ayant l'intention d'examiner les relations génératives et génériques du *R. scanicus* en le cultivant à Svalöv, je ne m'étendrai pas davantage à ce sujet. Je tiens cependant à faire observer que certains caractères ont une tendance vers le *R. cæsius* L. Il n'est donc pas étonnant que j'ai récolté en 1927 une forme appartenant à la section *Triviales* P. J. Müll., qui se rapproche encore davantage de *R. cæsius*. J'ignore, si c'est une forme de *R. scanicus* de retour vers *R. cæsius* ou un hybride entre *scanicus* et une autre forme des *Triviales*.

Rubus semiscanicus C. E. Gust.: Habitus R. scanici, sed turio pruinosus, foliis supra pilosis, foliolis infimis sessilibus; petala majora ; stamina stylos superantia. Scania, Tranekärr.

Trälleborg (Suède) le 24 mai 1929.

Botaniska Notiser 1929, Lund 1929.

Melilotus albus Desr. × officinalis (L.) Desr. funnen i Sverige.

Av Nils Sylvén.

Ehuru olika *Melilotus*-arter ofta uppträda blandade om varandra, äro fynd av säkra hybrider mellan arter av detta släkte verkligt sällsynta. Sålunda upptagas av Ascherson & Graebner, Synopsis der mitteleuropäischen Flora, Leipzig 1907, allenast trenne *Melilotus*-hybrider: *M. altissimus* × *officinalis, M. albus* × *officinalis* och *M. wolgicus* × *officinalis*, samtliga från endast enstaka fyndlokaler. För *M. albus* × *officinalis*, som på grund av de båda föräldraarternas vanliga samväxande kunde tänkas uppkomma relat. ofta, är väl tills dato i litteraturen uppgiven blott en enda lokal, Weimar, där densamma av C. Haussknecht 1889 påträffades i 10—12 stora exemplar (se närmare C. Haussknecht, Kleinere botanische Mitteilungen, Mitt. Bot. Ver. Ges. Thür. Bd. 8. Jena 1890, p. 37—38). Ett fynd av denna hybrid vid Svalöf i Skåne innevarande höst torde därför vara förtjänt av ett något utförligare omnämnande.

Sommaren 1928 utsåddes vid Svalöf ett antal från Kanada erhållna fröprov av de båda arterna *Melilotus albus* Desr. och *M. officinalis* (L.) Desr. I en av de sommaren 1928 rikt blommande och fruktificerande *M. officinalis*-parcellerna påträffades på hösten tvenne individ av en från de typiska *officinalis*-plantorna tydligt avvikande, blekgulgulvit blomfärg, och visade sig dessa vid närmare granskning otvivelaktigt motsvara kombinationen *M. albus* × *officinalis*. Deras hybridnatur torde tydligt framgå av nedan lämnande beskrivning och de för jämförelse samtidigt meddelade artkännetecknen för de båda föräldraarterna.

Melilotus albus Desr.	*M. albus* × *officinalis*.	*M. officinalis* (L.) Desr.
Blommor 4—5 mm. långa, vita,	Blommor omkr. 5,5 mm långa, blekgula-gulvita.	Blommmor 5,5—7 mm långa, gula.
Segel föga längre än vingarna och dessa lika långa med ell. något längre än kölen.	Segel tydligt längre än vingarna och dessa lika långa med kölen.	Segel och vingar ung. lika långa, vanligen något längre än kölen.
Frukt väl utvecklad 3—3,5 mm lång, 2—2,5 mm bred och 1,5—2 mm tjock, snett äggformig.	Frukt i regel felslående, vid normal utbildning c. 4 mm lång, 2—2,5 mm bred och c. 1,5 mm tjock, ± snett äggformig.	Frukt 3—4 mm läng, 2—2,5 mm bred och upp till 1,5 mm tjock, äggformig-omv. äggformig.
Pollen väl utvecklat (högst 10—16 % sterilt).	Pollen till 50—80 % sterilt.	Pollen väl utvecklat (högst 10—14 % sterilt).

Genom sin intermediära blomfärg, sin i regel felslående fruktsättning och sitt till hög % sterila pollen är *Melilotus albus* × *officinalis* en lätt urskiljbar hybrid. I vegetativ utvecklingsstyrka tävlade de två Svalöfs-exemplaren med närstående individ av föräldraarterna.

Slutligen må i detta sammanhang omnämnas en ur många synpunkter synnerligen intressant redogörelse för anställda försök för erhållande av naturlig korsning mellan »vitblommig» och »gulblommig» *Melilotus*, publicerad i januari-häftet för i år av Scientific Agriculture, Ottawa 1929 (L. E. KIRK, Natural crossing between white flowered and yellow flowered sweet clover, Scient. Agric. 1929, p. 313—315). I den i redogörelsen gjorda sammanfattningen av de erhållna resultaten heter det bl. a. följande:

»1. An experiment to determine the degree of natural crossing between white flowered and yellow flowered sweet clover under optimum conditions for cross-pollination resulted in less than one-hundredth of one percent natural crossing.»

»2. A cross between white flowered and yellow flowered

sweet clover is reported in which the F_1 hybrid possessed cream coloured flowers and the F_2 progeny, consisting of 150 plants, gave four shades of yellow in addition to pure white and pure yellow, the great majority being light or dark cream,»

»3. The data on natural crossing herein reported substantiate the theory that natural crossing between yellow and white flowered species of sweet clover is very rare.»

Svalöf i oktober 1929.

Botaniska Notiser 1929, Lund 1929.

Växtgeografiska notiser från Norrland. II.

Av Th. Arwidsson.

Nedanstående artlista är uppställd efter de principer, som angivits i nr I (Arwidsson 1927 p. 337). Det är huvudsakligen en del arter från Härjedalen, framförallt från järnvägsstationerna och byarna kring västra delen av banan Sveg—Hede, samt från trakten av Sonfjället, som anföras. Dessa anteckningar äro gjorda sommaren 1929 under en på uppdrag av K. Vetenskapsakademiens Naturskyddskommitté företagen resa till Sonfjällets nationalpark (jfr Arwidsson). Förutom från Härjedalen meddelas några enstaka lokaler från Hälsingland, Västerbotten, Norrbotten och Pite Lappmark.

Några lokaler ha meddelats mig av andra personer, detta har i varje särskilt fall angivits. Det är framförallt följande, till vilka jag har att framföra mitt tack: f. d. trädgårdsmästare Per Kaspersson, Hedeviken; kronojägare M. P. Linner, Hedeviken; jägmästare Georg Nylander, Malåträsk; dr Herman Persson, Lund.

Flertalet lokaler från Härjedalen återfinnas på 1917 års konceptblad nr 77, Hede; anmärkas bör dock, att Slåttsillrekojan är belägen på Valmåns norra strand c:a 1 km väster om tjärnarna vid Vägabäckens nedersta lopp. — Över det område i P. Lpm., varifrån flertalet av Perssons lokaler härstamma, har Bergengren (p. 50) lämnat en karta. Att märka är, att Skatt-träsket är lika med kartans Seijaure, vilket är sjöns lapska namn (jfr även Persson l. c.).

Vid utgallringen av lokaler från Härjedalen ha framförallt arbeten av Birger och Cedergren kommit till an-

vändning; beträffande övriga landskap får jag hänvisa till nr I av dessa notiser (ARWIDSSON 1927 p. 338).

Som ett närmare studium av artlistan ger vid handen, är det framförallt härjedalska ruderat- och ogräsväxter som omtalas. Genom den endast för några år sedan öppnade järnvägen Sveg—Hede har en ny infartsport till det inre av landskapet kommit till för dessa arter. Säkerligen vore det en tacksam uppgift att i detalj följa förloppet av invandringen. Här må endast påpekas det anmärkningsvärda i, att en art som *Matricaria suaveolens*, som ju numera trängt långt in i Lapplands obygder, av mig i Härjedalen anträffats allenast i Sveg (jfr BIRGER 1910 p. 29). Att arten verkligen alltjämt saknas i vissa delar av kulturbygden inom landet, har bl. a. MÖRNER (p. 39—40) påpekat.

Av stort intresse är att studera ogräsflorans spridning från byarna Hede och Hedeviken längs stigar upp till fäbodarna och därifrån på kreatursstigar in i vildmarken. En jämförelse mellan här lämnade detaljerade uppgifter och den av mig på annat håll lämnade redogörelsen för floran inom Sonfjällets nationalpark visar invandringsvägarna för ogräsen till det vildmarksområde, som denna nationalpark alltjämt i stort sett utgör. Här meddelade uppgifter från Härjedalen äro i stort sett att anse som ett komplement till nämnda redogörelse. Med tanke på framtida undersökningar har jag upptagit även enstaka fynd längs stigarna. Redan hos CEDERGREN finnas f. ö. en del ogräsarter anförda från området, och enstaka arter anföras även i äldre arbeten. Det är påfallande, att många element i ogräsfloran hålla sig kvar i årtionden, ja stundom bevisligen i ett århundrade.

Achillea millefolium. Sonfjällsområdet: Slåttsillrekojan; Nyvallen.
— *ptarmica.* Hedeviken: Sörviken.
Alchemilla alpina. Sonfjällsområdet: mellan Tjärnvallen och Gammelbodarna; Nyvallen.
Alopecurus geniculatus. Hede: nära järnvägsstationen; Hedeviken: Sörviken mycket allmän icke endast i fuktig ängsmark och

å slåttermark utan även i åkrar (t. o. m. bland säd); Sonfjällsområdet: Nyvallen.

Arabis arenosa. Hedeviken: byn vid vägkant (det. N. Hylander).

Arctostaphylos uva ursi. Hede: nära järnvägsstationen; Sonfjällsområdet: c:a 1 km. sydost om Slåttsillrekojan.

Barbarea vulgaris. Hede: nära järnvägsstationen.

Brassica campestris. Arten uppges redan 1832 av Sjöstrand från Hedeviken. Åtminstone i Sörviken finnes den alltjämt.

Bromus secalinus. Hedeviken: Sörviken i rågåkrar.

Calluna vulgaris fl. alb. Sonfjällsområdet: c:a 1 km sydost om Slåttsillrekojan.

Calypso bulbosa. P. Lpm. Arvidsjaur: Vid Skattån 1/2 mil ovan utloppet i Skellefte älv, minst ett 60-tal blommande individ (upptäckt 1928 av med. kand. Erik Moberg och artisten Folke Persson enligt meddelande av Herman Persson). — Ny för Pite lappmark.

Campanula rotundifolia. Sonfjällsområdet: Slåttsillrekojan, Nyvallen. På sistnämnda lokal även vitblommig, med ytterst svagt blåprickig krona. Pistillens nedre hälft dock blå.

Cardamine amara. Hede: nära järnvägsstationen.

Carex flava. Mellan Brännmokojan och Rörsjön vid bäcken (jfr Cedergren p. 59).

— *limosa.* Hedeviken vid Vågan.

— *panicea.* Hedeviken vid Vågan.

— *pulchella.* Hedeviken vid Vågan.

Cassiope hypnoides. Sonfjällsområdet: »1248,9-toppens» sluttningar mot Lillfjället.

Chenopodium concatenatum var. *strictiforme.* Hls., Hudiksvalls hamn 1927 (det. C. Blom).

Cirsium arvense. Hedevikens järnvägsstation på banvallen.

Convallaria majalis. Hedeviken: byn och Sörviken.

Cotoneaster integerrima. Hede: Säterberget, nedre ändan av Vikarsjön (P. Kaspersson).

Crepis tectorum. Hedevikens järnvägsstation på banvallen.

Cypripedium calceolus. Hede: på kronoparken vid foten av Stafsjöberget mot Ljusnan (M. P. Linner).

Cystopteris fragilis. Sonfjällsområdet: enstaka exemplar i fuktig klippskreva vid Valmån intill nordvästra rågången av Sonfjällets nationalpark.

Daphne mezereum. Hrj. mellan Hede och Hedeviken; Sonfjällsområdet: Tjärnbergets sluttning mot Styggtjärn, Prästskogen öster om Gammelbodarne (allt enl. P. Kaspersson). P. Lpm.

Arvidsjaur: Skatt-träsk vid Skattån, Loholm vid Majvasbäcken (HERMAN PERSSON).

Diapensia lapponica. Sonfjällsområdet: Lillfjället.

Drosera longifolia. Hedeviken vid Vågan. — Även f. *pusilla* Kihlm.

Epipogium aphyllum. Vb. Malå: i en klyfta å Mörtberget, å sydsluttningen av berget Tjamstan(?). Över-Kalix sn.: vid byn Granträsk (allt enl. G. NYLANDER). — Genom förbiseende uteglömdes dessa 3 lokaler i min nyligen lämnade sammanställning (ARWIDSSON 1929).

Equisetum hiemale. Mellan Brännmokojan och Rörsjön vid bäcken.

— *limosum.* Hedeviken: Kvarnån vid Rörsjön, byn.

Gnaphalium supinum. Sonfjällsområdet: Lillfjället.

Juncus alpinus. Sonfjällsområdet: mellan Gammelbodarna och Källsjön vid Valmån.

— *bufonius.* Hedeviken: byn; Sonfjällsområdet: mellan Gammelbodarna och Källsjön vid bron över Valmån.

— *stygius.* Hedeviken vid Vågan.

Lathyrus pratensis. Sonfjällsområdet: Slåttsillrekojan.

Loiseleuria procumbens. Sonfjällsområdet: Lillfjället.

Lotus corniculatus. Hedeviken: ett exemplar vid gångstigen mellan Rörsjön och Sörviken, ej långt från sjön.

Luzula spicata. Sonfjällsområdet: »1248,9-toppens» sluttning mot Lillfjället mycket sparsamt på 1100 m. F. ö. förgäves eftersökt inom Sonfjällsmassivet. (Jfr BIRGER 1908 p. 69).

Lycopodium clavatum. Sonfjällsområdet: Lillfjället.

Montia lamprosperma. Sonfjällsområdet: Nyvallen, vid bäcken mellan Vallarna.

Mulgedium alpinum. Sonfjällsområdet: massvis i Rydalen, ovan Vallarna (P. KASPERSSON).

Myriophyllum alterniflorum. Sonfjällsområdet: Storbäcken nordost (!) om Gammelbodarna.

Orchis maculatus. Sonfjällsområdet: myr vid Källsjön (P. KASPERSSON).

Oxycoccus quadripetalus. Vid namnlösa bäcken mellan Brännmokojan och Rörsjön.

Parnassia palustris var. *rosea* Hedb. Hedeviken vid Vågan. Icke endast ståndarsträngar, fruktämne och kronblad voro skära utan även hela stjälken från roten. I motsats till HEDBOM (p. 379) fann jag den skära färgen vara betingad icke av rödprickighet utan åtm. å kronbladen av »skärådrighet». Övergångar till normal vit *Parnassia* bildades av exemplar, på vilka endast ståndarsträngar och fruktämne voro svagt skärt anlupna.

Pedicularis palustris. Hedeviken vid Vågan.
Plantago major. Sonfjällsområdet: Nyvallen.
Phyllodoce coerulea. Sonfjällsområdet: Lillfjället.
Poa trivialis. Hedeviken: Sörviken.
Polygonum convolvulus. Hedeviken: järnvägsstationen och Sörviken.
Potamogeton pusillus. Hede: vattensamling vid järnvägsstationen.
Potentilla norvegica. Uppges redan av DUSÉN (p. 34) från Hedeviken och finnes nu åtminstone vid järnvägsstationen (jfr CEDERGREN p. 43).
Rhinanthus minor. Sonfjällsområdet: Nyvallen.
Ribes pubescens. P. Lpm. Arvidsjaur: Skatt-träsk vid Skattån; Loholm: vid Majvasbäcken, söder om Bassejaure (allt enl. HERMAN PERSSON).
Rosa cinnamomea. Hrj. Sonfjällsområdet: vid Valmån intill nordvästra rågången av Sonfjällets nationalpark. P. Lpm. Arvidsjaur; Loholm: utefter Majvasbäcken (HERMAN PERSSON).
Rubus idaeus. Sonfjällsområdet: Gammelbodarna, Nyvallen.
Rumex acetosella. Sonfjällsområdet: Nyvallen.
— domesticus. Hede nära järnvägsstationen.
Salix pentandra. Hedeviken: Kvarnån (S. J. ENANDER enl. P. KASPERSSON).
Saxifraga stellaris. Sonfjällsområdet: Lillfjället mot Nyvallen.
Scutellaria galericulata. Hedeviken: Kvarnån vid Rörsjön.
Sibbaldia procumbens. Sonfjällsområdet: vid en bäck mellan »1248,9-toppen» och Lillfjället.
Silene vulgaris. Sonfjällsområdet: Slåttsillrekojan; Håbergets järnvägsstation.
Sinapis arvensis. Hedeviken: Sörviken.
Sisymbrium sophia. Hede: sophög vid järnvägsstationen.
Sparganium submuticum. Hedeviken: Kvarnån vid Rörsjön.
Stellaria nemorum. Sonfjällsområdet: vid Rönnbäcken mellan Tjärnvallen och Gammelbodarna.
Trifolium repens. Hedeviken: på gångstigen mellan Brännmokojan och Rörsjön norr om namnlösa bäcken.
Triglochin palustre. Hedeviken: Sörviken.
Urtica dioica. Sonfjällsområdet: Slåttsillrekojan, Gammelbodarna.
Veronica serpyllifolia. Hedeviken: järnvägsstationen på banvallen; Sonfjällsområdet: Nyvallen.
Viola epipsila. Sonfjällsområdet: vid bron över Valmån på stigen Gammelbodarna—Källsjön.
— tricolor. Hedeviken: Sörviken.

Uppsala i november 1929.

Citerad litteratur.

ARWIDSSON, TH., Växtgeografiska notiser från Norrland. I. Bot. Not. 1927.

—, Några synpunkter på *Epipogium*-problemet. Ibidem 1929.

—, Floran inom Sonfjällets nationalpark. K. V. A. Skr. i Naturskydds-ärenden N:o 12. — Under tryckning.

BERGENGREN, ARNE, Zoologiska notiser från en resa i Pite lappmark sommaren 1928. Fauna o. Flora 1929.

BIRGER, SELIM, Härjedalens kärlväxter. Stockholm 1908.

—, Om förekomsten i Sverige av *Elodea canadensis* L. C. Rich. och *Matricaria discoidea* DC. Ark. f. Bot. N:o 7. Uppsala 1910.

CEDERGREN, GÖSTA R., Till kännedomen om floran i Norra Härjedalen med särskild hänsyn till Vemdalen. Ibidem 14. N:o 17. Uppsala 1916.

DUSÉN, K. FR., Bidrag till Härjedalens och Helsinglands flora. Sv. Vet.-ak. Öfvers. 37. (1880) N:o 2.

HEDBOM, KARL, *Parnassia palustris* L. med röda blommor. Sv. Bot. Tidskr. 1911.

MÖRNER, CARL TH., Botaniska anteckningar från Norrlandsfärder 1916—1919. Bot. Not. 1920.

PERSSON, N. P. HERMAN, Några mosslokaler jämte ett par artstudier. Ibidem 1929.

SJÖSTRAND, M. G., Om Herjedalens Naturbeskaffenhet och Vegetation. Sv. Vet.-ak. Handl. 1833.

Botaniska Notiser 1929, Lund 1929.

Die Bedeutung der ultravioletten Sonnenstrahlen für die Entwicklung einiger Pflanzen [1].

Von Herbert Lamprecht.

Die Sonnenstrahlung besteht bekanntlich ausser aus durch unser Auge wahrnehmbaren Strahlen auch aus unsichtbaren. Diese Strahlen liegen im Spektrum jenseits des Violett und Rot und werden deshalb als ultraviolette bzw. ultrarote bezeichnet. Die das Sonnenlicht zusammensetzenden Strahlen haben eine Wellenlänge von etwa 286—2500 μμ. Dies gilt natürlich nur für Strahlen, die in der Ebene bis in die Nähe der Erdoberfläche gelangen. Von diesen Strahlen gehören die mit einer Wellenlänge von etwa 400—760 μμ dem für das menschliche Auge wahrnehmbaren Teil an.

Von den unsichtbaren Strahlen werden die ultraroten durch grössere Wellenlängen, über 760 μμ, die ultravioletten durch kürzere Wellenlängen, unter 400 μμ, ausgezeichnet. Strahlen von kleinerer Wellenlänge als etwa 295 μμ kommen nur bei hohem Sonnenstande sowie in höheren Niveaus (auf Bergen) vor. Strahlen von verschiedener Wellenlänge haben auch verschiedenen Brechungsindex und werden daher bei ihrem Wege durch die Atmosphäre in verschiedenem Grade absorbiert. Kurzwellige Strahlen werden stärker gebrochen und im Zusammenhang hiermit stärker absorbiert als langwellige. Infolgedessen wird der ultraviolette Anteil der Sonnenstrahlung, berechnet für den Eintritt in die Atmosphäre, umsomehr verringert werden, einen je längeren Weg die Strahlen durch die Atmosphäre zurückzulegen haben. Dies wird also namentlich bei niedrigem Sonnenstand und daher in nördlichen Gegenden der Fall

[1] Mitteilung Nr. 26 aus dem Staatl. Forschungsinstitut für Gemüsebau, Alnarp, Åkarp, Schweden.

sein. Ferner wird diese Erscheinung bei einem Vergleich der Strahlung in verschiedenen Meereshöhen stark zum Ausdruck kommen.

Da also laut Vorstehendem Strahlen von verschiedener Wellenlänge auf der Erdoberfläche mit verschiedener Intensität anlangen, wird es für das Verständnis der hier aufgegriffenen Frage von Interesse sein zu erfahren, wie die Intensitäten im Zusammenhang mit verschiedenen Wellenlängen variieren. Einen einfachen Ausdruck hierfür bildet der sog. Transmissionskoeffizient (siehe DORNO 1919). Für diesen gilt die Gleichung:

$$J = J_0 \, a^z$$

Hierin ist J das durchgelassene Licht, d. h. die Intensität des auf der Erdoberfläche anlangenden Lichtes, J_0 das einfallende Licht, d. h. die Intensität des Lichtes beim Eindringen in die Atmosphäre, z die durchlaufene Wegstrecke und a der Transmissionskoeffizient. Wird nun die Höhe der Atmosphäre in vertikaler Richtung $= 1$, d. h. $z = 1$ gesetzt, so erhalten wir

$$J = J_0 \, a$$

woraus sich für den Transmissionskoeffizienten, bei Sonnenstand im Zenith und Standort auf Meereshöhe, ergibt:

$$a = \frac{J}{J_0}$$

Für höhere Standorte wird das Verhältnis zwischen dem dort herrschenden Luftdruck und dem aus Meeresniveau als Exponent zu a in die Gleichung eingeführt. Wird bei verschiedenen Sonnenhöhen vom gleichen Standort aus gemessen, erhält man für jede Höhe eine Gleichung, also z. B.:

$$J_1 = J_0 \, a^{z_1} \text{ und } J_2 = J_0 \, a^{z_2}$$

woraus durch Division und Logarithmieren für den Transmissionskoeffizienten erhalten wird:

$$\log a = \frac{\log J_2 - \log J_1}{z_2 - z_1}$$

Die vom Licht bei verschiedenen Sonnenhöhen durchlaufenen Wegstrecken z erhält man aus der Formel

$$z = \frac{H}{\sin h} \text{ bzw.} = \frac{1}{\sin h}$$

wenn, wie oben erwähnt, die Höhe der Atmosphäre in vertikaler Richtung gleich 1 gesetzt wird.

Wir wollen nun die Transmissionskoeffizienten für Licht verschiedener Wellenlängen, gemessen am gleichen Standort und berechnet auf 90° Sonnenhöhe miteinander vergleichen. Die folgende von G. Müller und Kron erhaltene Serie (zitiert nach Dorno 1919) gilt für Potsdam mit einer Meereshöhe von 100 Meter.

Wellenlänge in μμ	680	600	550	500	450	402	351	325	311	308	295
Transmissionskoeffizient	0.860	0.824	0.796	0.774	0.723	0.560	0.387	0.268	0.183	0.153	ca. 0

Die angeführte Zahlenreihe zeigt, dass die Intensität des Lichtes mit abnehmender Wellenlänge zuerst allmählich, schliesslich aber, im violetten und namentlich im ultravioletten Teil schnell abnimmt. Eine weitere, erhebliche Verstärkung erfährt dieser Intensitätsabfall, wenn die Höhe des Sonnenstandes berücksichtigt wird. Die Zahlenserien in der folgenden Tabelle sollen dies illustrieren.

Farbe	Wellenlänge in μμ	Sonnenhöhe					Anmerkung
		90°	42°	30°	19.3°	11.3°	
Rot	650	0.912	0.871	0.832	0.759	0.631	Zahlen laut Dorno 1919 gültig für Davos, Meereshöhe 1560 m.
Grün	520	0.869	0.810	0.755	0.656	0.496	
Blau	415	0.752	0.652	0.565	0.425	0.240	
Violett	405	0.730	0.624	0.533	0.389	0.207	
	—	90°	—	30°	20°	10°	
Ultraviolett	375	0.483	-	0.234	0.121	0.017	Zahlen laut Kron gültig für Potsdam.
	324	0.263	—	0.070	0.021	0.001	

Die mitgeteilten Zahlen zeigen die sehr schnelle Abnahme der Intensität ultravioletter Strahlen mit sinkender Sonnen-

höhe. Für unseren Breitengrad — die Versuche wurden in Alnarp und Lund, 55.7° nördl. Br., ausgeführt — bei einer Sonnenhöhe im Sommer von 25—40° beträgt z. B. die Intensität von Ultraviolett mit einer Wellenlänge von 324 μμ kaum ein Zehntel der Intensität von Rot mit 650 μμ. Vergleicht man die Totalsonnenintensität mit der Intensität des ganzen Ultraviolett, so beträgt letztere unter den gegebenen Umständen nur $^1/_2$—1 % = der ersteren. Noch bedeutend ungünstiger gestaltet sich das Verhältnis, wenn nur das kurzwellige Ultraviolett, 290—310 μμ, berücksichtigt wird. Die Intensität des letzteren beträgt kaum 1 ‰ der Totalsonnenintensität, aber trotzdem hat es, wie wir unten sehen werden, grosse biologische Bedeutung. Bei einer Sonnenhöhe von weniger als 15° kommen keine Strahlen unter 310 μμ vor.

Die Strahlengebiete mit verschiedenen Wellenlängen haben verschiedenen physikalisch-chemischen Effekt und damit auch verschiedene biologische Bedeutung. Die ultraroten Strahlen geben sich durch ihre Wärmewirkung kund. Der ganze sichtbare, lichtspendende Teil der Sonnenstrahlung ist für die Assimilation der Pflanzen wirksam. Das Assimilationsmaximum liegt im Rot bei etwa 660 μμ. Am schwächsten wird die Assimilation durch den grünen Teil des Spektrum gefördert, was mit der geringen Absorption dieser Strahlen durch die grünen Blätter zusammenhängt. Auch die ultravioletten Strahlen können Assimilation verursachen. So konnte Ursprung (1917) Assimilation bis zu einer Wellenlänge von 342 μμ, wenngleich nur eine äusserst schwache, feststellen. Verglichen mit dem sichtbaren Teil des Spektrums haben die ultravioletten Strahlen für die Assimilation praktisch genommen keine Bedeutung. Laut Reinke (1893) und Schmidt (1914), ist der ganze sichtbare Teil der Sonnenstrahlung für die Chlorophylbildung der Pflanzen verantwortlich zu machen. Für die Wirkung der einzelnen farbigen Strahlengruppen soll das Lichtmengengesetz gelten. Stoklasa (1911) fand für die Chlorophyll-

synthese die stärker brechbaren Strahlen mit einer Wellenlänge von 573 bis 300 μμ am wirksamsten. Unter diesen soll wiederum den ultravioletten Strahlen der grösste Effekt zukommen.

Besonders wichtige biologische Wirkungen wurden für das kurzwellige Ultraviolett im Tierreich festgestellt. Dies gilt für Wellenlängen von etwa 313—290 μμ. So fanden HAUSSER und VAHLE (1921) eine erythembildende Kraft dieses Strahlenbezirkes; Erythema ist die nach der Bräunung der Haut auftretende Rötung. Das Maximum dieser Wirkung wurde bei 298 μμ gefunden. Die Umwandlung von Oxyhämoglobin in Methämoglobin, also eine für den tierischen Organismus äusserst wichtige Reaktion, wird durch dieses Strahlengebiet gleichfalls maximal gefördert, was von HASSELBALCH (1909) gezeigt worden ist. Weit bekannt ist die heilende Wirkung des kurzwelligen Ultraviolett auf die engliche Krankheit (Rachitis). Ferner ist festgestellt worden, dass die Milch durch ultraviolette Strahlung an Vitamin D reich wird, das in winzigen Mengen im Cholesterin vorkommt und auch Ergosterin genannt wird. Im letzteren Falle handelte es sich indessen um künstliche Ultraviolettbestrahlung mit wesentlich stärkeren kurzwelligen Strahlen als sie uns durch die Sonne dargeboten werden. Das Gleiche gilt auch für die grossartigen und praktisch wichtigen Resultate, die man mit Aktivieren mit Ultraviolett-Strahlen an organischen Ölen und Fettstoffen erzielt hat. Solche Stoffe, wie z. B. Kokosnussöl, Olivenöl und Baumwollsamenöl erhalten durch diese Bestrahlung Eigenschaften, die der A-Vitamingruppe zukommen.

Angesichts der eben erwähnten Erscheinungen liegt der Gedanke nahe, teils dass der Vitamingehalt unserer Vegetabilien zu der Wirkung des kurzwelligen Ultraviolett in der Sonnenstrahlung in Beziehung steht, teils dass die Anwesenheit von Vitaminen in den Pflanzenzellen für die Entwicklung der Pflanzen im allgemeinen von Bedeutung sein könnte. Untrennbar hiermit verknüpft ist die Frage ob die

Pflanzen auch bei Ausschluss des kurzwelligen Ultraviolett Vitamine produzieren und auch unter solchen Umständen gleiche Entwicklung erreichen wie bei Beeinflussung durch solche Strahlen. Eine Beantwortung dieser Fragen hätte für den Botaniker sowohl theoretisches wie praktisches Interesse. Die unten zu besprechenden Versuche beschäftigen sich mit der Frage in welchem Grade die Entwicklung und Stoffproduktion einiger unserer Kulturpflanzen bei Ausschluss des kurzwelligen Ultraviolett beeinflusst wird.

Methodisches.

Gewöhnliches Fensterglas lässt keine ultravioletten Strahlen von weniger als 310 μμ durch. Man vergleiche hierzu die Kurve für gewöhnl. Fensterglas in Fig. 1 (aus J. Koch u. E. Widmark, 1928, S. 419). In den letzten Jahren sind indessen von verschiedener Seite Glassorten in den Handel gebracht worden, die auch solche Strahlen in ansehnlichem Masse durchlassen. Von der auf der Erde anlangenden Intensität des Strahlengebietes 290—310 μμ geht durch solche Glassorten bei einer Dicke von etwa 1.95 mm annähernd die Hälfte hindurch. Die hier zu besprechenden Versuche wurden in der Form von vergleichenden Kulturen teils unter einer solchen Glassorte, teils unter gewöhnlichem Fensterglas ausgeführt. Als für kurzwelliges Ultraviolett durchlässiges Glas wurde *Helasan*glas der Fönsterglasbrukens Försäljnings A.-B., Stockholm, benutzt. In Fig. 1 ist die Durchlässigkeit von Helasanglas und gewöhnlichem Fensterglas für Ultraviolett graphisch dargestellt. Die Kurven sind C. Koch und E. Widmark (1928) bzw. H. Lundegård (1928) entnommen. Wie ersichtlich beträgt die Durchlässigkeit von Helasanglas für Strahlen von 290—310 μμ etwa 50 %. Die Durchlässigkeitskurve dieses Glases entspricht am ehesten der von Ultraglas. Von zwei weiteren Glassorten, die gleichfalls Ultraviolett-durchlässig

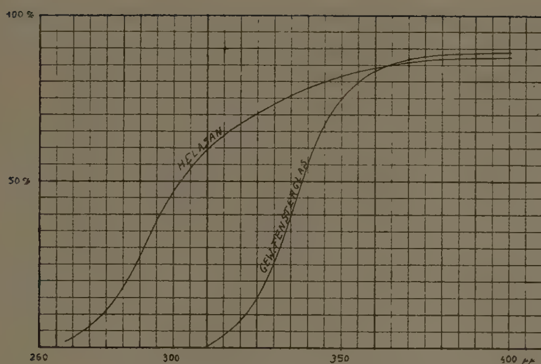


Fig. 1. Durchlässigkeitskurven für ultraviolette Strahlen von gewöhnlichem Fensterglas und Helasanglas. Abszisse: Wellenlänge in μμ, Ordinate: % Durchlässigkeit.

sind, scheint Bios I etwas grössere, Vitaglas etwas geringere Durchlässigkeit zu besitzen.

Hier ist zu erwähnen, dass die Durchlässigkeit solcher Glassorten nicht konstant bleibt. Sie nimmt anscheinend als Folge der Belichtung ab. Laut einer Angabe von Reinhold und Schulz (1929) hat die Abnahme der Durchlässigkeit für kurzwellige Strahlen während einer Vegetationsperiode von 58 Tagen bis zu 23 % erreicht, d. h. es waren $^4/_5$ der Durchlässigkeit erhalten geblieben. Koch und Widmark haben die Durchlässigkeit bei Bestrahlung mit einer Quarzlampe verfolgt und hierbei anfangs starkes Sinken, dann aber asymptotischen Verlauf der Durchlässigkeitskurve gefunden. Letzteres Ergebnis kann indessen nicht auf die Verhältnisse im Freien bezogen werden, da die Durchlässigkeit ausserdem nur für eine Wellenlänge von 280.5 μμ ermittelt wurde. Jedenfalls scheint damit gerechnet werden zu können, dass solche Glassorten während einer Vegetationsperiode etwa $^3/_4$ ihrer Durchlässigkeit beibehalten.

Bei vergleichenden Kulturen wie den vorliegenden sind

die Milieuverhältnisse für die Entwicklung der Pflanzen, mit Ausnahme des Plus an kurzwelligen Strahlen im einen Falle, ganz gleich zu halten. Es sollen demnach unter beiden Glassorten gleiche Temperatur, Feuchtigkeit und Lichtintensität herrschen, sowie gleiche Verhältnisse hinsichtlich Boden und Lüftung vorhanden sein. Dies wurde in folgender Weise zu erreichen versucht. Die Kultur erfolgte in kalten Beeten, wobei die Kästen wenigstens die Grösse von 2 Fenstern hatten. Als Boden wurde eine etwa 30 cm mächtige Schicht humusreicher, bis zu grösstmöglicher Homogenität gemischter und gesiebter Erde benutzt. Alle Beete erhielten natürlich für die gleiche Pflanzenart genau gleiche Mengen Kunstdünger. Die Bodenfeuchtigkeit wurde in allen Beeten annähernd maximal gehalten. Jedes Beet erhielt stets gleiche Menge Wasser. Jeder Versuch mit einer Pflanzenart wurde unter zwei nebeneinander liegenden Fenstern von der Grösse 180×120 cm ausgeführt. Zwei solche Fenster, Parzellen, wurden von einem gemeinsamen Kasten umschlossen, der in der Richtung Westen-Osten lag, sodass die zum Teil durch den Kasten erfolgende Beschattung für beide Parzellen stets die gleiche war. Die äusseren Pflanzenreihen waren 20 cm vom Kastenrand entfernt. Im übrigen waren die Pflanzen ganz regelmässig auf das Beet verteilt. Zwischen den beiden Parzellen war im Kasten keine Scheidewand vorhanden, was ein freies Zirkulieren der Luft ermöglichte. Wie wir uns durch Messungen von Temperatur und Feuchtigkeit überzeugt haben, bestand zwischen zwei solchen Parzellen hinsichtlich dieser beiden Faktoren kein sicher messbarer Unterschied. Um ein für alle Teile der Beete gleichmässiges Lüften zu erzielen, wurden die Fenster hierbei allseitig gleichmässig, etwa um 5 cm, gehoben und in dieser Lage eine Zeitlang fixiert.

Schwieriger war es unter den Fenstern mit den beiden Glassorten gleiche Lichtintensität zu erhalten. Die Durchlässigkeit im sichtbaren Teil des Spektrums ist allerdings für Helasanglas und gew. Fensterglas praktisch genommen

gleich gross. Aber die Intensität des durchfallenden Lichtes ist sehr von der Dicke des Glases abhängig und diese ist für die einzelnen Scheiben oft recht verschieden. Um in dieser Hinsicht völlig gleichwertige Fenster zu erhalten wurde eine grössere Anzahl Scheiben je an vier Punkten (5 cm von den Ecken gegen die Mitte zu gelegen) mit einer Mikrometerschraube auf Hundertstel Millimeter gemessen. Dann wurde die durchschnittliche Dicke berechnet. Scheiben mit zu grosser Variation derselben ausgeschieden und die übrigen nach ihrer Dicke geordnet. Darauf wurden Scheiben mit gleicher Dicke von Helasanglas und gew. Fensterglas an entsprechenden Stellen der Fensterrahmen eingekittet. In dieser Weise wurden Fenster erhalten, die in bezug auf die Lichtdurchlässigkeit miteinander völlig übereinstimmten. Addierte man z. B. die Dicke sämtlicher 32 Glasscheiben des Fensters Nr. 1 mit Helasanglas, erhielt man 62.96 mm, des entsprechenden Fensters mit gewöhnlichem Glas 62.99 mm. Die durchschnittliche Dicke der Glasscheiben betrug in beiden Fällen 1.965 mm. Waren im einen Fenster an einer Stelle Abweichungen in der Dicke vorhanden, so waren auch im zweiten Fenster mit der anderen Glassorte gleich grosse Abweichungen an genau derselben Stelle vorhanden. Ausserdem waren die Scheiben der Dicke nach so geordnet, dass sich in der linken oberen Ecke des Fensters die dünnste, rechts unten die dickste befand. Derart und durch gesonderte Untersuchung der einzelnen Individuen der verschiedenen Reihen ist es möglich geworden, den Einfluss der Glasdicke festzustellen (siehe unten z. B. bei Sallat).

Auch die Beschaffenheit des Saatgutes ist bei solchen Versuchen von Bedeutung. Samen mit ungleicher Keimungsenergie bringt es mit sich, dass sich die Pflanzen verschieden schnell entwickeln. Um hierdurch verursachte, eventuelle Fehler zu vermeiden, wurden entweder alle Pflanzen auf gleiche Grösse vereinzelt oder es wurden Jungpflanzen gleicher Grösse ausgepflanzt. Es sagt sich von selbst, dass

die Saat für die beiden Parzellen jedes Versuches gleichzeitig, unter denselben Bedingungen und mit hochkeimendem, einheitlichem Saatgut derselben Sorte vorgenommen wurde.

Die Versuche wurden teils im Botanischen Garten zu Lund, teils in Alnarp ausgeführt. 1928 wurden in Lund vergleichend untersucht: Salat, 2 Versuche, Spinat, 1 Versuch; in Alnarp: Mohrrüben, Pastinaken, Mairüben und Spinat je ein Versuch. 1929 in Lund und Alnarp je 2 Versuche mit Mohrrüben. Die Bearbeitung und chemische Untersuchung der Ernten wurde im Staatl. Forschungsinstitut für Gemüsebau zu Alnarp ausgeführt.

In allen Versuchen wurde die Entwicklungsgeschwindigkeit beobachtet. Krankheiten sind nicht vorgekommen. Bei der Ernte wurden die Individuen einzeln gewogen, in den meisten Fällen auch die Wurzeln je für sich. Da man auf Grund des Frischgewichtes allein keinen entscheidenden Schluss auf die Grösse der Stoffproduktion ziehen kann, wurden sämtliche Ernten auf den Gehalt an Trockensubstanz und Rohprotein sowie in mehreren Fällen auch auf den Aschengehalt untersucht. Für Mohrrüben und Pastinaken wurde auch der Gehalt an Gesamtzucker und der an Invertzucker ermittelt. Sowohl der Gehalt an Trockensubstanz wie der an verschiedenen Zuckerarten kann bei verschiedenem Lichtgenuss variieren (siehe LAMPRECHT, 1928). Es wäre daher nicht undenkbar, dass auch das Ultraviolett sich in dieser Hinsicht irgendwie geltend machen könnte.

Hinsichtlich der verwendeten Analysenmethoden sei auf eine meiner früheren Untersuchungen an Gemüsen (LAMPRECHT 1925) verweisen.

Die Versuche.

Mohrrüben.

Versuch 1. Alnarp 1928. Sorte *Nantes I.* Aussaat am 12. Mai. Ernte am 15. September. Im Beet unter

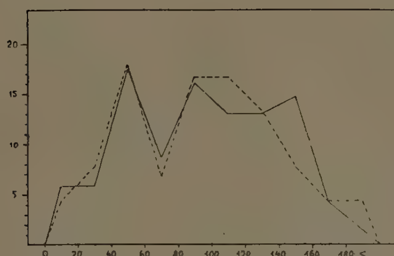


Fig. 2. Verteilung der Gewichte von 100 Mohrrüben, Sorte *Nantes I*, 1928, auf 20 g-Klassen. Voll ausgezogenes Polygon: bei Kultur unter gewöhnlichem Fensterglas; gestricheltes Polygon: bei Kultur unter Helasanglas.

Helasanglas wurden 122 Individuen, unter gew. Fensterglas 120 Individuen erhalten. Ein Unterschied in der Entwicklungsgeschwindigkeit hat nicht festgestellt werden können. Das Gewicht aller Wurzeln unter Helasanglas betrug 10.381 kg, das unter Fensterglas 12.205 kg. Die Verteilung der Wurzelgewichte, umgerechnet auf 100 Individuen, ist in Fig. 2 graphisch dargestellt. Es ist ohneweiters ersichtlich, dass die beiden Polygone nicht spezifisch voneinander verschieden sind. Eine Berechnung des Mittelgewichtes per Wurzel und des mittleren Fehlers dieses Wertes ergibt für die beiden Beete:

Unter Helasanglas	78.4 ± 8.49 g.
Unter gew. Fensterglas	82.9 ± 9.18 g.

Zwischen diesen beiden Werten besteht keine signifikative Differenz. Die Differenz, 4.50, beträgt kaum die Hälfte der mittleren Fehler. Sie muss bekanntlich, wenn sie einen sicheren Unterschied zwischen den beiden Mittelwerten anzeigen soll, wenigstens das Dreifache des mittleren Fehlers der Differens $m_{Diff.}$, betragen. $m_{Diff.} = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$, worin m_1 und m_2 die mittleren Fehler der beiden Mittel-

werte darstellen. Die Stoffproduktion soll unten für alle Mohrrübenversuche gemeinsam besprochen werden.

Versuch 2. Alnarp 1929. Sorte *Nantes II* (ein anderer Stamm als in Versuch 1). Aussaat am 30. Mai. Ernte am 17. September. Im Beet unter Helasanglas wurden 45 Individuen, unter Fensterglas 42 erhalten. Auch in diesem Versuch war kein Unterschied in der Entwicklungsgeschwindigkeit zu bemerken. Als Mittelgewicht per Wurzel wurden folgende Werte erhalten:

Unter Helasanglas 63.0 ± 6.03 g.
Unter gew. Fensterglas 66.6 ± 5.85 g.

Gleichwie in Versuch 1 ist auch hier kein sicherer Unterschied vorhanden. Das Gleiche gilt für Blattmasse per Individuum:

Unter Helasanglas 15.9 ± 1.42 g.
Unter gew. Fensterglas 17.2 ± 1.34 g.

Versuch 3. Lund 1929. Sorte *Nantes II*. Aussaat 31. Mai. Ernte am 2. Oktober. Die Wurzeln waren hier etwas kräftiger entwickelt als in Versuch 2. Im übrigen wurde auch hier ein ähnliches Resultat erhalten. Als Mittelgewichte der Wurzeln beider Beete wurden bekommen:

Helasanglas 95.6 ± 5.76 g.
Fensterglas 93.1 ± 5.47 g.

Sowohl in bezug auf die Wurzelgewichte wie betreffs der Gewichte der Blattmasse liess sich kein sicherer Unterschied feststellen.

Versuch 4. Alnarp 1928. Sorte *James halblang*. Aussaat am 12. Mai. Ernte am 15. Oktober. In der Parzelle unter gew. Fensterglas wurden 119, in der unter Helasanglas 117 Individuen erhalten. In beiden Parzellen fand die Entwicklung der Pflanzen mit etwa gleicher Geschwindigkeit statt. Unter gew. Fensterglas erreichte das Gewicht aller Wurzeln 9.215 kg, unter Helasanglas 10.575 kg. Wie sich die Wurzelgewichte auf 20 g-Klassen verteilen, ist in Fig. 3 graphisch dargestellt. Die Polygone für das Ernteresultat

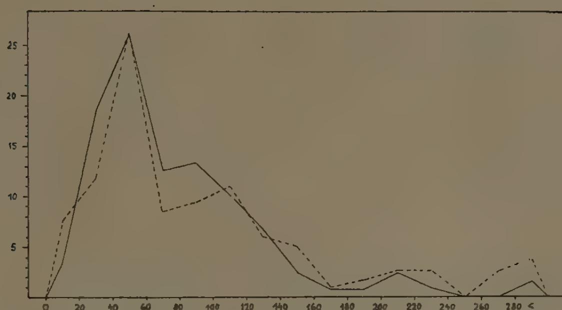


Fig. 3. Verteilung der Gewichte von 100 Mohrrühen, Sorte *James*, 1928, auf 20 g-Klassen. Voll ausgezogenes Polygon: bei Kultur unter gewöhnlichem Fensterglas; gestricheltes Polygon: bei Kultur unter Helasanglas.

beider Parzellen stimmen gut miteinander überein, sodass man schon aus ihnen schliessen kann, dass die Verwendung von Helasanglas in diesem Falle kaum eine ertragssteigernde Wirkung gehabt haben kann. Dies wird auch bei der Berechnung der Mittelwerte und mittleren Fehler bestätigt. Es wurde hierfür erhalten:

Unter Helasanglas	91.22 ± 6.80 g.
Unter gew. Fensterglas	77.40 ± 4.79 g.

Die Differenz zwischen den Mittelgewichten ist grösser als erwartet, doch keineswegs signifikativ. Der mittlere Fehler Der Differenz, $m_{Diff.}$ beträgt 8.33. die Differenz 13.82. D/m_{Diff} ist demnach 1.66, also weit unter 3.

Versuch 5. Alnarp 1929. Sorte *James*. Aussaat 30. Mai. Ernte am 17. September. Unter gew. Fensterglas wurden 47 Individuen erhalten, unter Helasanglas 46. Kein Unterschied in der Entwicklungsgeschwindigkeit. Für die Wurzeln und Blattmassen per Individuum wurden folgende Mittelwerte erhalten.

Mittleres Wurzelgewicht unter Helasanglas	86.3 ± 8.67 g.
» » » Fensterglas	76.0 ± 7.75 g.
Mittl. Gewicht der Blattmasse unter Helasanglas	58.7 ± 5.15 g.
» » » » » Fensterglas	61.0 ± 5.82 g.

Was die Wurzelgewichte betrifft, wurde hier ein Plus von 10 g zugunsten des Helasanglases erhalten. Doch ist es auch hier, angesichts der Grösse der mittleren Fehler, zweifellos, dass dieser Unterschied nichts Sicheres besagt. Die Differenz zwischen den beiden Mittelwerten beträgt nur etwa das Eineinhalbfache des mittleren Fehlers der Differenz. Für die Gewichte der Blattmassen erreicht die Differenz nicht einmal den halben mittleren Fehler.

V e r s u c h 6. Lund 1929. Sorte *James*, aus gleicher Samenzucht wie zum vorigen Versuch. Aussaat am 31. Mai. Ernte am 2. Oktober. In diesem Versuch wurden unter Fensterglas 64 Individuen, unter Helasanglas dagegen 76, also um 12 Individuen mehr erhalten. Gewichtsumme aller Wurzeln unter Fensterglas 59.75 kg, unter Helasanglas 59.0 kg. Infolge der geringeren Individuenanzahl unter gew. Fensterglas haben wir für diese ein etwas grösseres Mittelgewicht zu erwarten. Dies trifft auch zu.

Mittl. Wurzelgewicht unter Helasanglas	77.7 ± 5.91 g.
» » » Fensterglas	93.4 ± 8.10 g.
» Gewicht d. Blattmasse unter Helasanglas	52.6 g.
» » » » » Fensterglas	87.7 g.

Auch hier finden wir in bezug auf das Wurzelgewicht der beiden Vergleichsparzellen keinen sicheren Unterschied, trotzdem die Individuenanzahl eine verschiedene gewesen ist; $D/m_{Diff.} = 1.57$, also ziemlich weit von 3 entfernt. Die Blätter haben sich in diesem Versuch unter gew. Fensterglas, offenbar infolge der etwas geringeren Individuenanzahl, stärker entwickelt. Die Verteilung der Wurzelgewichte auf 20 g-Klassen ist in Fig. 4 graphisch dargestellt. Aus der Figur ist zu entnehmen, dass unter gew. Fensterglas in höheren Gewichtsklassen etwas mehr Wurzeln vorgekommen sind als unter Helasanglas, was, wie schon erwähnt, auf die geringere Individuenanzahl zurückzuführen ist.

Zusammenfassend kann auf Grund der oben besprochenen 6 Versuche mit Mohrrüben gesagt werden, dass, so-

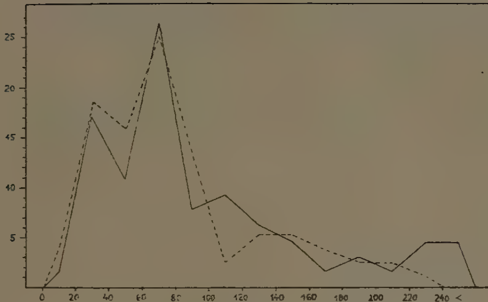


Fig. 4. Verteilung der Gewichte von 100 Mohrrüben, Sorte *James*, 1929, auf 20 g-Klassen. Voll ausgezogenes Polygon: bei Kultur unter gewöhnlichem Fensterglas; gestricheltes Polygon: bei Kultur unter Helasanglas.

weit es sich um die Produktion von Frischgewicht an Wurzeln oder Blattmasse handelt, der durch das Helasanglas bedingte Zutritt von ultravioletten Strahlen bei Mohrrüben keinen feststellbaren, steigernden Effekt gehabt hat.

Wir wollen nun untersuchen ob dies hinsichtlich der Produktion von Trockensubstanz, Rohprotein oder eines anderen hier bestimmten Stoffes der Fall gewesen ist. Von den oben besprochenen Versuchen ist das Material von Versuch 1, 2, 3 und 6 chemisch untersucht worden. Zu den Analysen sind von jedem Versuch 2 Serien Wurzeln mit je 20 Stück, entsprechend den beiden Beeten, ausgewählt worden. Extrem grosse oder extrem kleine Wurzeln wurden nicht mitgenommen. In untenstehender Tabelle ist das bei den Analysen erhaltene Zahlenmaterial zusammengestellt.

Die Zahlen für die Trockensubstanz sprechen eher zugunsten des Fensterglases als zugunsten des Helasanglases. Dasselbe gilt übrigens auch für die meisten anderen Bestandteile. Hinsichtlich der Trockensubstanz von Versuch 1 und 2 sowie des Gesamtzuckergehaltes von Versuch 2 und 3 sind die Unterschiede für die beiden Parzellen bedeutend

Gehalt an Trockensubstanz, Zucker, Rohprotein und Asche von Mohrrüben, gewachsen teils unter Helesan-, teils unter Fensterglas.

Sorte und Versuch	Unter welcher Glassorte	Trocken-substanz %	Gesamt-zucker %	Invert-zucker %	Rohpro-tein %	Asche %
Nantes I.						
Versuch 1.......	Helasanglas	10.98	6.65	3.07	0.98	1.07
	Fensterglas	12.20	6.70	3.17	1.08	1.08
Nantes II.						
Versuch 3.......	Helasanglas	9.49	4.54	3.17	0.68	0.61
	Fensterglas	9.62	5.47	3.58	0.60	0.52
James halbl.						
Versuch 2.......	Helasanglas	14.40	6.55	1.62	1.78	1.30
	Fensterglas	15.70	7.10	1.73	1.79	1.28
James						
Versuch 6.......	Helasanglas	11.43	5.12	1.93	0.89	0.84
	Fensterglas	11.64	5.05	1.98	1.01	0.97

grösser als eventuelle durch die Methodik bedingte Fehler. So grosse Differenzen sind für Proben von zwei Parzellen mit gleicher Sorte und bei im übrigen gleichen Bedingungen unter den mehrere Tausend betragenden Bestimmungen des hiesigen Institutes kaum vorgekommen. Diese scheinbar schwierig zu erklärende Erscheinung wird leicht verständlich, wenn die erhaltenen Zahlen in Beziehung zur Glasdicke gebracht werden. Bei der Auswahl der Mohrrüben zu den Analysen wurde so vorgegangen, dass nach dem Wiegen derselben pro Parzelle (Fenster) 20 etwa mittelgrosse Individuen entnommen wurden. Da die Fenster aus Glasscheiben verschiedener Dicke zusammengesetzt waren, hing es ganz vom Zufall ab, ob die ausgewählten Wurzeln unter dünneren oder dickeren Scheiben sich entwickelt hatten und damit auch in den Genuss von mehr oder weniger Licht gekommen sind. Da die Glasscheiben in den Fenstern von links oben nach rechts unten (reihenweise) ihrer Dicke nach geordnet waren, könnte der Effekt der verschiedenen Lichtintensität unter den einzelnen Reihen auf die Stoffproduk-

tion leicht ermittelt werden. Dies ist mit Mairüben, Salat und Spenat, aber nicht mit Mohrrüben und Pastinaken geschehen. Hier soll zur Beleuchtung dieser Frage nur ein Beispiel mit Mairüben angeführt werden. Der Trockensubstanzgehalt von Mairüben hat bei Kultur unter gew. Fensterglas folgende Mittelwerte erreicht.

Bei einer mittl. Glasdicke von	1.74 mm	9.96 %
» » » » »	1.95 mm	9.38 %
» » » » »	2.19 mm	8.47 %

Ähnliche Serien wurden mit Salat und Spenat sowohl unter gew. Fensterglas wie unter Helasanglas erhalten; siehe diese Werte weiter unten. Es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, dass die oben für Mohrrüben erwähnten grösseren Differenzen hinsichtlich Gehalt an Trockensubstanz und einigen anderen auf solche Unterschiede in der Glasdicke und damit verknüpfter verschiedener Lichtintensität zurückzuführen sind. Aus den Versuchen mit Mohrrüben kann jedenfalls nicht geschlossen werden, dass das durch Verwendung von Helansanglas bedingte Plus an ultravioletten Strahlen eine Erhöhung der Stoffproduktion oder Veränderung derselben zur Folge gehabt hat.

Pastinaken.

Nur ein Versuch, Alnarp 1928. Sorte *Rund gross*. Aussaat am 12. Mai. Ernte am 15. Oktober. Sowohl unter Helasanglas wie unter gew. Fensterglas wurden 120 Individuen erhalten. Die Entwicklungsgeschwindigkeit scheint in beiden Fällen die gleiche gewesen zu sein. Das Gesamtgewicht der Wurzeln unter Helasanglas betrug 5.505 kg, unter Fensterglas 5.240 kg. Fig. 5 zeigt die Verteilung der Wurzeln auf 20 g-Klassen, berechnet auf 100 Individuen. Die Polygone sind kaum spezifisch voneinander verschieden. Als Mittelgewichte per Wurzel wurden folgende Werte erhalten:

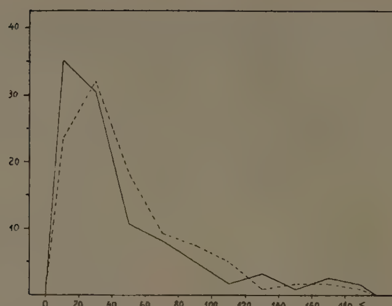


Fig 5. Verteilung des Gewichtes von 100 Pastinaken, Sorte *Rund gross*, 1928, auf 20 g-Klassen. Voll ausgezogenes Polygon: bei Kultur unter gewöhnlichem Fensterglas; gestricheltes Polygon: bei Kultur unter Helasanglas.

Unter Helasanglas 49.9 ± 3.69
Unter Fensterglas 43.7 ± 5.32

Aus diesen Zahlen ist sofort zu ersehen, dass in bezug auf das Frischgewicht kein Unterschied besteht. Die Differenz beträgt nur etwa die Hälfte ihres mittleren Fehlers. Bei der chemischen Untersuchung des Materials wurden untenstehende Zahlen erhalten.

Gehalt an Trockensubstanz, Zucker, Rohprotein und Asche von Pastinaken, gewachsen teils unter Helasan-, teils unter Fensterglas.

	Trockensubstanz %	Gesamtzucker %	Invertzucker %	Rohprotein %	Asche %
Unter Helasanglas	21.0	4.35	1.00	2.00	1.62
» Fensterglas	19.9	3.62	0.82	2.07	1.59

Betreffs der in obiger Tabelle mitgeteilten Zahlen gilt das bei den Mohrrüben Gesagte. Es kann hier gleichwie dort aus den vorhandenen Differenzen kein sicherer Schluss auf einen Einfluss der verschiedenen Glassorten gezogen werden.

Mairüben.

Nur ein Versuch, Alnarp 1928. Sorte *Schneeball.* Aussaat am 12. Mai. Ernte am 25. 7. Unter Helasanglas wurden 105, unter gew. Fensterglas 110 Individuen erhalten. Hinsichtlich der Entwicklungsgeschwindigkeit konnte kein Unterschied beobachtet werden. Das Gewicht aller Individuen (Wurzeln plus Blätter) unter Helasanglas betrug 13.075 kg, unter Fensterglas 14.675 kg. Folgende Mittelwerte wurden erhalten:

Mittelgewicht	per	Pflanze	unter	Helasanglas	124.3 ± 8.93 g.
»	»	»	»	Fensterglas	133.1 ± 8.61 g.
»	»	Wurzel	»	Helasanglas	17.4 ± 2.60 g.
»	»	»	»	Fensterglas	17.9 ± 2.13 g.

Hinsichtlich des Frischgewichtes besteht weder für die ganzen Pflanzen noch für die Wurzeln allein ein signifikativer Unterschied.

In diesem Versuch befanden sich in jedem der beiden Beete 6 Querreihen Pflanzen. Je zwei solcher Reihen wurden für sich geerntet und chemisch untersucht. Die erste Doppelreihe Pflanzen wuchs sowohl unter Helasan- wie gew. Fensterglas bei stärkster Lichtintensität, d. h. unter den dünnsten Glasscheiben, die zweite unter mitteldicken und die dritten unter den dicksten. Bei den hier verwendeten Fenstern entsprachen den 6 Reihen Pflanzen auch 6 Reihen Glasscheiben. Die chemische Untersuchung hat die in umstehender Tabelle mitgeteilten Werte ergeben.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, besteht zwischen zunehmender Glasdicke, d. h. abnehmendem Lichtgenuss für die Pflanzen und dem Gehalt an Trockensubstanz und Rophrotein gute positive Korrelation. Diese Korrelation ist so deutlich, dass eine Berechnung des Korrelationskoeffizienten überflüssig erscheinen dürfte. Dieser Versuch demonstriert die grosse Bedeutung der Verwendung beider Glassorten in genau gleicher Dicke. Ein Nichteinhalten dieser Bedingung könnte zu groben Fehlschlüssen führen.

Der Aschengehalt scheint vom Lichtgenuss unabhängig

Gehalt an Trockensubstanz, Rohprotein und Asche von Mairüben, gewachsen unter verschieden dickem Helasan- bzw. gew. Fensterglas.

Glassorte und Dicke	Trockensubstanz %	Rohprotein %	Asche %
Helasanglas.			
Mittl. Dicke 1.74 mm	10.80	2.31	1.38
» » 1.95 mm	10.60	2.40	1.42
» » 2.10 mm	8.50	1.68	1.30
Mittelwerte:	9.96 ± 0.23	2.13 ± 0.19	1.36 ± 0.03
Gew. Fensterglas.			
Mittl. Dicke 1.74 mm	9.96	2.06	1.24
» » 1.95 mm	9.38	2.01	1.37
» » 2.19 mm	8.47	1.81	1.34
Mittelwerte:	9.27 ± 0.27	1.96 ± 0.06	1.32 ± 0.03

zu sein. Dies gilt übrigens auch für alle anderen hier untersuchten Pflanzenarten. Zwischen Gehalt an Trockensubstanz und Asche ist keine Korrelation konstatierbar. Auf diese Erscheinung soll hier nicht eingegangen werden. Kurz erwähnt sei jedoch, dass die Individuen ein und derselben Sorte bzw. desselben Stammes auch bei ungleicher Grösse und in verschiedenen Entwicklungsstadien einigermassen gleichen Aschengehalt per Frischgewicht aufweisen. Ausgedrückt in Prozent der Trockensubstanz ist natürlich das Entgegengesetzte der Fall (vgl. übrigens LAMPRECHT 1926). Hierauf soll in einer späteren Arbeit näher eingegangen werden.

Ein Vergleich der Mittelwerte in obiger Tabelle für Helasan- und Fensterglas zeigt, dass kein sicherer Unterschied zwischen den beiden Serien besteht. Für den Trockensubstanzgehalt beträgt $D/m_{Diff.}$ 1.95. Trotz dieses Wertes soll aber betont werden, dass hier alle Zahlen für Trockensubstanz und Rohprotein in die gleiche Richtung zeigen, nämlich eine Erhöhung der Stoffproduktion unter Helasanglas andeuten. Ähnliche Serien werden wir unten für Sallat und Spinat finden; also zwei Pflanzenarten bei

denen der grösste Teil der Pflanze aus Blättern besteht. Er soll erwähnt werden, dass die oben untersuchten Mairüben im Verhältnis zu ihren Wurzeln gleichfalls eine sehr grosse Blattmasse hatten. Diese betrug etwa des 7 $^{1}/_{2}$-fache der Wurzeln.

Salat.

Versuch 1. Lund 1928. Sorte *Maikönig.* Aussaat am 26. April. Ernte am 24. Juli. Unter beiden Glassorten 32 Individuen. Es konnte kein sicherer Unterschied in der Entwicklungsgeschwindigkeit beobachtet werden. Die Pflanzen wurden bis zum Aufschiessen stehen gelassen, um eventuell in bezug auf dieses einen Unterschied finden zu können. Aber auch dieses erfolgte gleichmässig unter beiden Glassorten. Die Entwicklung der Pflanzen in den beiden Parzellen dieses Versuches war eine sehr gleichmässige. Unter Helasanglas wogen die 32 Pflanzen 8.668 kg. unter gew. Fensterglas 8.656 kg. Hieraus werden folgende Mittelgewichte erhalten:

Mittelgewicht per Pflanze unter Helasanglas	270.5 ± 9.56 g.
» » » » Fensterglas	270.8 ± 7.53 g.
Mittelgewicht per Pflanze ohne Wurzel unter Helasanglas	259.8 ± 11.01 g.
Mittelgewicht per Pflanze ohne Wurzel unter Fensterglas	260.6 ± 2.54 g.

Zwischen den Frischgewichten der Pflanzen unter beiden Glassorten besteht ausgezeichnete Übereinstimmung. Die Differenzen liegen hier sogar innerhalb der Wiegungsfehler. Es konnte demnach kein Plus zugunsten einer der Glassorten konstatiert werden. Die mittleren Fehler obiger Mittelgewichte zeigen eine gewisse Variation im Gewichte der einzelnen Individuen an. Diese hängt mit mehr oder weniger ungleichem Aufschiessen zusammen.. Die Variation im Aufschiessen war indessen in beiden Beeten die gleiche.

Versuch 2. Lund 1928. Sorte *Maikönig.* Aussaat

am 26. Juli. Ernte am 3. September. Unter Helasanglas wurden 32, unter Fensterglas 31 gesunde Individuen erhalten. Ein Individuum unter Fensterglas litt unter einem Larvenangriff in der Wurzel und wurde, da viel schwächer entwickelt, nicht berücksichtigt. Hinsichtlich der Entwicklungsgeschwindigkeit hat kein sicherer Unterschied festgestellt werden können. Zum Unterschied von Versuch 1 wurden die Pflanzen hier im Stadium der Ausbildung der Köpfe geerntet. Sie wogen daher nur etwas mehr als die Hälfte der in Versuch 1 erhaltenen Pflanzen. Die Pflanzen unter Helasanglas wogen im ganzen 4.740 kg, unter Fensterglas 4.727 kg. Es herrscht also auch hier, gleichwie in Versuch 1 sehr gute Übereinstimmung des Frischgewichtes beider Parzellen. Als Mittelgewichte wurden folgende Werte bekommen:

Mittelgewicht per Pflanze unter Helasanglas	152.5 ± 6.68 g.
» » » » Fensterglas	147.7 ± 5.91 g.
Mittelgewicht per Pflanze ohne Wurzel unter Helasanglas	144.8 ± 3.72 g.
Mittelgewicht per Pflanze ohne Wurzel unter Fensterglas	140.8 ± 8.51 g.

Wie die Zahlen zeigen, kann in bezug auf das Frischgewicht der Pflanzen kein Unterschied zugunsten einer der Glassorten konstatiert werden. Die Differenz liegt stets innerhalb des einfachen mittleren Fehlers. Die in diesen Versuchen kultivierten 32 Pflanzen eines Beetes entsprachen genau 32 Glasscheiben des Fensters. Die Individuen wurden in vier Doppelreihen für sich geerntet, gewogen und chemisch untersucht. Die mittlere Glasdicke der vier Doppelreihen betrug sowohl für Helasanglas wie für Fensterglas 1.73, 1.94, 2.05 und 2.21 mm. In bezug auf das erhaltene Frischgewicht bestand innerhalb der vier Doppelreihen etwa die gleiche Variation wie für das ganze Beet. Jedenfalls konnte keine sichere Korrelation mit den verschiedenen Glasdicken gefunden werden. Vielleicht waren

die Versuche hierfür in zu kleinem Masstabe ausgeführt. So betrugen die Mittelgewichte per Pflanze in Gramm.

Glasdicke in mm	1.73	1.94	2.05	2.21
unter Helasanglas	141.0	153.6	159.7	155.8
» Fensterglas	151.5	164.0	157.6	118.0

Auch in Versuch 1 hat in dieser Hinsicht keine sichere Korrelation festgestellt werden können. Ganz anders verhält es sich bei Betrachtung der Stoffproduktion. Hier finden wir in Versuch 2 vollkommen sichere und gute Korrelation zwischen Glasdicke und Gehalt an Trockensubstanz. Im Versuch 1 ist diese Korrelation mehr oder weniger erloschen, was aber auch zu erwarten war, da dort die meisten Individuen aufgeschossen waren und dabei je nach dem Grade des Aufschiessens Verschiebungen im Gehalt an

Gehalt an Trockensubstanz, Rohprotein und Asche von Salat, gewachsen unter verschieden dickem Helasan- bzw. gew. Fensterglas.

Glassorte und Dicke	Trockensubstanz %	Rohprotein %	Asche %
Versuch 1.			
Helasanglas, mittl. Dicke 1.73—2.21 mm. Mittelwerte ...	5.66 ± 0.21	0.98 ± 0.05	0.93 ± 0.05
Fensterglas gleicher Dicke Mittelwerte	5.65 ± 0.11	1.00 ± 0.04	0.97 ± 0.01
Versuch 2.			
Helasanglas			
mittl. Dicke 1.73 mm	5.19	1.36	0.93
» » 1.94 mm	4.55	1.16	0.87
» » 2.05 mm	4.38	1.11	0.79
» » 2.21 mm	3.92	1.01	0.91
Mittelwerte	4.51 ± 0.23	1.16 ± 0.06	0.87 ± 0.03
Fensterglas			
mittl. Dicke 1.73 mm	4.31	1.25	0.91
» » 1.94 mm	4.37	1.07	0.87
» » 2.05 mm	4.23	1.09	0.83
» » 2.21 mm	3.94	1.09	0.88
Mittelwerte	4.21 ± 0.08	1.13 ± 0.03	0.87 ± 0.02

Trockensubstanz usw. eingetreten sein werden. Aber auch in Versuch 1 deuten die Werte eher in diese als in entgegengesetzte Richtung. Unterstehende Tabelle zeigt die bei der chem. Untersuchung erhaltenen Werte. Für Versuch 1 werden nur die Mittelwerte mitgeteilt.

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Werte für den Gehalt an Trockensubstanz einen deutlichen "Gang" aufweisen. Die Werte sinken umsomehr je dickeres Glas zur Verwendung gelangt. Wir haben hier eine deutliche, negative Korrelation zwischen Glasdicke, bzw. Lichtgenuss und Trockensubstanz. Die Mittelwerte für Helasan- und Fensterglas weisen trotzdem keinen statistischen Unterschied auf. $D/m_{Diff.} = 1.23$. Sie zeigen aber hier, gleichwie bei den Mairüben in dieselbe Richtung, sie deuten nämlich eine Steigerung der Stoffproduktion bei Verwendung von Helasanglas an.

Spinat.

Versuch 1. Lund 1928. Sorte *Valkyria II.* Aussaat am 30. Juli. Ernte am 26. September. Unter Helasanglas wurde 43 Individuen, unter Fensterglas 39 Individuen erhalten. In der Entwicklungsgeschwindigkeit war kein sicherer Unterschied zu bemerken. Die 43 Individuen unter Helasanglas wogen insgesamt 2.803 kg, die 39 Individuen unter Fensterglas 2.732 kg. Folgende Mittelwerte wurden erhalten:

Mittelgewicht	per Pflanze		unter	Helasanglas	65.20 ± 5.64 g.
»	»	»	»	Fensterglas	70.04 ± 7.11 g.
»	der Blattmasse		»	Helasanglas	42.05 ± 3.68 g.
»	»	»	»	Fensterglas	46.20 ± 4.68 g.

Gleichwie bei allen vorstehenden Pflanzenarten konnte auch hier hinsichtlich Frischgewicht kein sicherer Unterschied zugunsten einer der beiden Glassorten gefunden werden. Die Differenz liegt hier sowohl für die ganze Pflanze wie für die Blattmasse allein innerhalb ihres einfachen mittleren Fehlers.

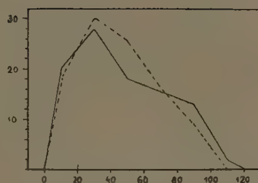


Fig. 6. Verteilung des Gewichtes von 100 Spinatpflanzen, Sorte *Valkyria II*, 1928, auf 20 g-Klassen. Voll ausgezogenes Polygon: bei Kultur unter gewöhnlichem Fensterglas: gestricheltes Polygon: bei Kultur unter Helasanglas.

Versuch 2. Alnarp 1928. Sorte *Valkyria II*. Aussaat am 26. April. Ernte am 29. Juni. In beiden Vergleichsparzellen wurden 32 Pflanzen erhalten. Die Entwicklungsgeschwindigkeit war in beiden Beeten etwa die gleiche. Das Totalgewicht der Pflanzen war unter Helasanglas 717 g, unter Fensterglas 606 g. Als Mittelgewichte wurden erhalten:

Mittelg. per Pflanze unter Helasanglas 22.40 ± 2.19 g.
Mittelg. per Pflanze unter Fensterglas 18.95 ± 1.38 g.
Mittelgewicht der Blattmasse unter Helasanglas 12.70 ± 1.03 g.
» » » » Fensterglas 11.60 ± 0.73 g.

Auch hier ist für das Frischgewicht kein sicherer Unterschied zugunsten einer der beiden Glassorten wahrzunehmen. Für die ganzen Pflanzen beträgt $D/m_{Diff.}$ 1.33. Die Verteilung der Pflanzengewichte, umgerechnet auf 100 Individuen, ist in Fig. 6 graphisch dargestellt. Wie ersichtlich sind die beiden Polygone nicht spezifisch voneinander verschieden.

Gleichwie bei Salat haben auch hier die 32 Pflanzen eines Beetes genau den 32 Glasscheiben eines Fensters entsprochen und wurden in Doppelreihen geerntet, gewogen und chemisch untersucht. Hierbei wurden ähnliche Verhältnisse wie beim Salat gefunden. Auch hier war zwischen Frischgewicht in den vier Doppelreihen und der Glasdicke keine sichere Korrelation zu finden. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung zeigt die untenstehende Tabelle.

Zwischen den Mittelwerten für die unter Helasan- bzw. Fensterglas erhaltenen Individuen ist keine statistisch sichere Differenz feststellbar. In bezug auf den Gehalt an

Gehalt an Trockensubstanz und Rohprotein von Spinat bei Kultur unter verschieden dickem Helasan- bzw. Fensterglas.

Glassorte und Dicke	Trockensubstanz %	Rohprotein %
Versuch 1.		
Helasanglas, mittl. Dicke 1.73—2.21 mm.		
Blätter. Mittelwerte:	9.94 ± 0.09	2.99 ± 0.05
Fensterglas, i ü. wie oben:	9.96 ± 0.19	3.14 ± 0.06
Helasanglas, Stengel,		
mittl. Glasdicke 1.73 mm	7.48	1.44
» » 1.94 mm	7.79	1.56
» » 2.05 mm	7.26	1.46
» » 2.21 mm	6.41	1.28
Mittelwerte:	7.24 ± 0.25	1.44 ± 0.05
Fensterglas, Stengel,		
mittl. Glasdicke 1.73 mm	7.11	1.52
» » 1.94 mm	7.55	1.48
» » 2.05 mm	6.86	1.20
» » 2.21 mm	6.05	1.35
Mittelwerte:	6.98 ± 0.27	1.39 ± 0.06
Versuch 2.		
Helasanglas, mittl. Dicke 1.73—2.21 mm.		
Ganze Pflanzen:	10.19	3.37
Fensterglas, i. ü. wie oben:	10.63	3.63

Trockensubstanz und Rohprotein ist aber eine deutliche Korrelation mit der Dicke des Glases festzustellen. Auch hier deuten die Zahlen, in Übereinstimmung mit Salat, darauf hin, dass die Stoffproduktion unter Helasanglas eine etwas grössere ist als unter Fensterglas von gleicher Dicke.

Vergleichende Versuche zur Feststellung eines eventuellen Mehrertrages bei Verwendung von Ultraviolett durchlässigen Glassorten sind auch von anderer Seite etwa gleichzeitig mit meinen angestellt worden. So haben J. Reinhold und F. Schultz (1929) solche Versuche u. a. mit folgenden Gemüsearten angestellt: Radies, Spinat, Salat, Buschbohnen, Karotten, Tomaten, Blumenkohl und Melone. Aus-

serdem wurde die Anzucht von Kohl-, Sellerie- und Tomatenpflanzen sowie Cyclamen und Cotoneasterstecklingen geprüft. Sie fanden, dass sich bei den gewählten Versuchspflanzen kein nennenswerter Unterschied im Wachstumsverlauf unter den einzelnen Glassorten feststellen liess. Diese Verfasser verwendeten teils Rohglas, vier verschiedene Fabrikate von Ultraviolettglas und gewöhnliches Fensterglas. In allen Versuchen wurden die Erträge ausgedrückt in Frischgewicht ermittelt und hierbei sind die Verf. im grossen zum gleichen Resultat gekommen wie ich: es konnte in keinem Falle unter Ultraviolett durchlässigem Glas ein statistisch sicherer Mehrertrag konstatiert werden. Es seien hier die wichtigsten ihrer Versuchsergebnisse, soweit es sich um auch von mir untersuchte Pflanzen handelt, mitgeteilt. Die angegebenen Zahlen sind Relativwerte, wobei der Ertrag unter Rohglas = 100 gesetzt worden ist.

Spinat,	unter	Rohglas	100
	»	U-Glassorten	103
	»	Fensterglas	100
Salat,	»	Rohglas	100
	»	U-Glassorten	107
	»	Fensterglas	84
Karotte,	»	Rohglas	100
	»	U-Glassorten	95
	»	Fensterglas	90

Als Mittelwerte für sämtliche von ihnen untersuchten Pflanzen erhielten sie in gleicher Weise:

Unter	Rohglas	100
»	U-Glassorten	101
»	Fensterglas	100

Auf Grund der erhaltenen Werte sagen die Verfasser: "Im Durchschnitt haben sich also alle Glassorten im Frühbeetkasten gleich gut bewährt."

Die Grösse der Stoffproduktion, Trockensubstanz, Zucker, Rohprotein, wurde von ihnen nicht untersucht. Beson-

ders soll erwähnt werden, dass bei den vergleichenden Versuchen von diesen Verfassern keine Rücksicht auf die Dicke des Glases genommen wurde, sondern es wurde in besonderen Versuchen der Einfluss des Wachstumsfaktors "Licht" unter verschiedenen Glassorten ermittelt. Hierbei wurde der Lichtgenuss der Pflanzen durch Bedecken mit einem oder mehreren "Schattierungsnetzen" herabgesetzt. Ein solches Schattierungsnetz verringerte indessen den Ertrag schon mit etwa 30 % und vier solche mit 90—96 %! Ausserdem wurden diese Versuche nicht synchron mit den Ultraviolettglasversuchen ausgeführt, weshalb sich verschiedene Intensität des Tageslichtes zu verschiedenen Jahreszeiten und bei wechselnder Bewölkung geltend machen können, sodass aus diesen Versuchen wohl kaum ein Rückschluss auf die Wirkung verschiedener Glasdicke in den anderen Versuchen gezogen werden kann.

Ganz neulich ist eine kurze Arbeit von W. Dix auf diesem Gebiete erschienen. Hinsichtlich Gemüsearten wird von diesem Verf. kurz erwähnt, dass das Gewicht von 10 Pflanzen Salat, gewachsen hinter Ultraviolettglas 17.05 g betrug, während das entsprechende unter gew. Fensterglas nur 5.47 g war. Analog wurden für Rotkohl folgende Zahlen erhalten. Hinter Ultraviolettglas 13.3 g, hinter Fensterglas 2.73 g. Diese Zahlen scheinen für eine gewaltige Wirkung des Ultraviolettglases zu sprechen. Vielleicht ist ein guter Teil des Plus auf bessere Keimungsenergie im einen Fall zurückzuführen, da es sich ja, wie die Gewichte zeigen, um sehr junge Pflänzchen handelt. Resultate mit voll entwickelten Pflanzen und nähere Angaben über die Methodik werden nicht mitgeteilt.

Zusammenfassung.

1. Es wurden vergleichende Kulturen mit Mohrrüben, Pastinaken, Mairüben, Salat und Spinat unter Ultraviolett durchlässigem Glas, Helasanglas, uud gewöhnlichem Fensterglas ausgeführt.

2. Die Versuche wurden synchron unter gleichen Milieuverhältnissen und bei Einhaltung genau gleicher Glasdicke in beiden Fällen durchgeführt.
3. Die erhaltenen Resultate zeigten, dass in bezug auf das Frischgewicht der Pflanzen bei Kultur unter Helasan- bzw. gew. Fensterglas kein statistisch sicherer Unterschied vorhanden war.
4. Die Entwicklungsgeschwindigkeit war unter beiden Glassorten annähernd dieselbe.
5. Bei Pflanzenarten, die im Verhältnis zum Gesamtgewicht grosse Blattmasse besitzen, hier Salat, Spinat und Mairüben, zeigten die Werte für die Stoffproduktion im allgemeinen in die Richtung einer Steigerung derselben durch die Verwendung von Ultraviolett durchlässigen Glas.
6. Die erhaltenen Resultate sprechen — für die hier untersuchten Pflanzenarten — mit überzeugender Deutlichkeit dafür, dass eine Verwendung von Ultraviolett durchlässigem Glas von der Beschaffenheit des hier verwendeten für den praktischen Gartenbau kaum Bedeutung besitzen kann.
7. Es erscheint möglich, dass der ultraviolette Teil der Sonnenstrahlung für die Stoffproduktion und Entwicklung von Pflanzen eine gewisse, wenngleich geringe Bedeutung besitzt. Hier für sprechen die unter Punkt 5 zusammengefassten Ergebnisse. Zur sicheren Feststellung eines solchen Effektes wären aber umfangreichere Versuche mit verfeinerter Methodik erforderlich. Auch die Wahl einer Gegend mit hohem Sonnenstand könnte grosse Bedeutung haben.

Bei Abschluss dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Th. C. E. Fries, dem Vorstand des Botanischen Gartens zu Lund, für die Liebenswürdigkeit zu danken, mit der er mir die Hilfsmittel seines Institutes zur Verfügung gestellt hat.

Der Firma Bönnelycke & Thuröe, Malmö, sage ich ehrerbietigen Dank für die Freigebigkeit, mit der Sie meinem Institut das zu den Versuchen erforderliche Glas überlassen hat.

Literaturverzeichnis.

Dix, W., 1929. Vegetationsversuche mit ultraviolette Strahlen durchlässigem Glas. Die Gartenbauwissenschaft. *2*. 365.

Dorno, C., 1919. Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung. Vieweg, Braunschweig.

DORNO, C., 1928. Ultraviolett-durchlässiges Glas. Schweiz. Zeitschr. f. Gesundheitspflege. *8.*

HASSELBALCH, 1909. Mitteilungen Finsen-Institut (zit. nach DORNO 1928).

HAUSSER u. VAHLE, 1921. Strahlentherapie. *13.* 41—71.

KOCH, J. u. WIDMARK, E., 1928. Om det ultravioletta ljusets absorption i vanligt fönsterglas samt några nya glassorter. Hygiea. *90.* 414—423.

LAMPRECHT, H., 1926. Die Beziehungen zwischen Aschengehalt und Grösse sowie Trockensubstanz von Speicherorganen der Pflanzen. Årsskrift fr. Lantbruks- och Mejeriinst. vid Alnarp. 29—37.

–, 1925. Chemische Zusammensetzung und biologische Eigenschaften von Sorten und Stämmen einiger Gemüsearten. Årsskrift fr. Lantbruks- och Mejeriinstitut vid Alnarp. 1—134.

–, 1928. Tageslänge und Assimilation. Bot. Notiser. 81—128.

LUNDEGÅRDH, H., 1928. Laut Mitteilung und Broschür der Fönsterglasbrukens Försäljnings A.-B. Stockholm.

REINHOLD, J. u. SCHULZ, F., 1929. Untersuchung über den Einfluss von Ultraviolett-Glassorten auf den Pflanzenertrag im Gartenbau. Die Gartenbauwissenschaft. *2.* 40—78.

REINKE, 1893. Sitzungsber. d. Preuss. Ak. Wiss. Berlin. 527.

SCHMIDT, 1914. Beiträge z. Biologie. *12.* 269.

STOKLASA, J., 1911. Über den Einfluss der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation. Sitzungsber. Ak. Wiss. Wien. CXX. 195—216.

URSPRUNG, 1917. Ber. Bot. Ges. *35.* 47.

Botaniska Notiser 1929, Lund 1929.

Geschlecht und Katalasewirkung.

Von K. V. Ossian Dahlgren.

Im Frühling dieses Jahres erschien eine Abhandlung von v. Euler und Nilsson, die ein gewisses Interesse darbietet. Bei einer Gerstenheterozygote, die ein Viertel chlorophyllmangelnder Keimlinge herausspaltete, haben die genannten Forscher gezeigt, dass die weissen Keimpflanzen eine bedeutend geringere Katalaseproduktion zeigen als die grünen Keimlinge. In einer späteren Arbeit haben v. Euler, Hellström und Frl. Runehjelm auch nachgewiesen, dass noch zwei andere chlorophyllmangelnde Sippen der Gerste durch eine konstant geringere Katalasewirkung als die chlorophyllhaltigen gekennzeichnet sind, auch wenn die Pflanzen im Dunkeln aufgezogen und folglich chlorophyllmangelnd und gelb waren. Was *Albina* 4 (Hallqvist) betrifft, so trat jedoch zwischen dem 8. und 15. Keimungstage die auffallande Erscheinung ein, dass — bei Dunkelversuch — ein annähernder Ausgleich des Katalasegehaltes der beiden Keimlingstypen (weiss und gelb) eingetreten war. In einer dritten Arbeit (v. Euler, Steffenburg und Hellström) werden auch die Hallqvistschen *Albina*-Typen 5 und 6 von *Hordeum* behandelt, und die Katalaseproduktion wurde bezw. 3–4 und $1{,}6 \pm 0{,}1$ geringer als bei Normalkeimpflanzen gefunden.

Für jedes Mutantenpaar ist also durch die vorliegenden Untersuchungen — bei derselben Keimungsdauer, sowie denselben Temperatur- und Belichtungsverhältnissen — ein konstantes Katalaseverhältnis festgestellt. Die Katalasewirkungen sind teils nach Dunkelkeimung und teils nach später im Licht eintretender Ergrünung ermittelt worden.

Es hat sich dabei herausgestellt, dass die Mendelspaltung in grüne und weisse Individuen mit der Spaltung in katalasekräftige und katalaseschwache Exemplare parallel läuft. Ein Unterschied zwischen den Homozygoten und Heterozygoten grüner Individuen in Bezug auf die Katalase konnte aber nicht festgestellt werden.

In der letzterwähnten Arbeit wird auch über Versuche mit zwei von Hallqvist genetisch untersuchten Sorten von *Brassica* berichtet: Bortfelder (gelbes Wurzelfleisch, orangegelbe Blumen und im Dunkeln schwach orangegelbe Keimlinge) und Östersundom (weisses Wurzelfleisch, citrongelbe Blumen und schwach citrongelbe Keimlinge). Die erste Sorte (ohne Xanthophyll, mit Carotinoid) zeigte 1,64 mal stärkere Katalasewirkung als der Östersundom-Typus (xanthophyllführend, ohne Carotinoid). Der höhere Katalasegehalt folgt also hier nicht — in schroffem Gegensatz zu den früher entdeckten Verhältnissen bei Gerste — dem höheren Xanthophyllgehalt. Die Bortfelder-Sorte hat etwa 1,59 mal mehr Chloroplasten als die Östersundomrübe. Die Katalasewirkung (1,64) scheint folglich der Chloroplastenzahl (1,59) proportional zu sein.

Auch bezüglich zwei anderer Enzyme (Amylase und Redoxase) ist nebenbei eine kleine Verschiedenheit zwischen den grünen und weissen Typen eines Mutantenpaares von Gerste festgestellt worden (v. Euler und Nilsson; v. Euler, Hellström und Frl. Runehjelm).

Damit sind in aller Kürze die neuen mit der Erblichkeitsforschung verknüpften Enzymstudien von v. Euler und seinen Mitarbeitern erwähnt. Gleich nachdem ich einen kleinen Bericht in den »Naturwissenschaften» vom 3. Mai dieses Jahres gelesen hatte, fühlte ich mich in hohem Grade angeregt nachzusehen ob irgend welcher Unterschied im Katalasegehalt auch zwischen den beiden Geschlechtern bei diöcischen Pflanzen besteht. Die morphologischen und physiologischen Verschiedenheiten der beiden Geschlechter sind so gross, dass es vielleicht nicht unberechtigt wäre

einen Unterschied in dieser Hinsicht zu erwarten. Ich fühlte mich auch angeregt eine Untersuchung zu machen, weil ich früher (Dahlgren 1926) einige Versuche mit der vielumschriebenen sog. Manoilowschen Geschlechtsreaktion ausgeführt hatte. (Extrakte weiblicher Individuen haben in gewissen Fällen mehr reduzierende Stoffe als die der männlichen.) In diesem Zusammenhang mag hier auch ein Paar Abhandlungen erwähnt werden die den eben zitierten Verfassern nicht bekannt waren. Miss Satina und Blakeslee (1926 a) haben bei Extrakten von den Myzelientypen + und — von *Mucor*-Rassen im Mittel einen grösseren Katalasegehalt bei + Stämmen als bei — Stämmen gefunden. Dieselben Autoren (1926 b) teilen auch in einer späteren Abhandlung mit, dass sie bei einigen diöcischen Phanerogamen glauben gefunden zu haben, dass im Mittel die Weibchen mehr Oxydase und Peroxydase produzieren als die Männchen.

Später erschien ein kleiner Aufsatz von Camp (1929, S. 221), worüber mehr unten, der gerade die Frage betreffs Geschlecht und Katalasegehalt behandelt. Ich möchte doch meine an der zoologischen Meeresstation Kristineberg diesen Sommer ausgeführten Untersuchungen hier publizieren, teils weil meine Versuchspflanzen andere sind als diejenigen Camps, teils weil meine Resultate von den seinigen abweichen.

Die angewandte Methode bestand im Gegensatz zu der von v. Euler benutzten in einer direkten volumetrischen Messung des erzeugten Saurstoffes. Die Apparatur war der Hauptsache nach in Übereinstimmung mit derjenigen von Overholser (1928, S. 286) bei seinen Untersuchungen über Katalasewirkung bei Birnen verwendeten. Das Reaktionsgefäss bestand aus einer 100 ccm fassenden weithalsigen Glasflasche (*a*). Ein zweimal durchbohrter Gummipfropfen schloss die Flasche zu. In dem einen Loch befand sich eine mit einem Hahn (*b*) versehene Glasröhre und in dem anderen Loch eine winklig gebogene Röhre (*c*) durch einen Gummischlauch in Verbindung mit der T-Röhre (*d*). Diese durchbohrte den in der Bürette (*e*) angebrachten Gummipropfen. Der andere Arm der T-Röhre war mit einer kurzen Kautschukligatur

versehen, die man durch den Quetschhahn (*f*) schliessen konnte. Im unteren Ende der Bürette war ein Gummischlauch befestigt, der mit einem Glasbehälter (*g*) endigte. (Zwischen *c* und *d* ein CO_2 absorbierendes Gefäss einzuschalten hat sich als unnötig erwiesen.)

Vor Anwendung des Apparates wurde *f* geöffnet und durch Regelung des Behälters *g* wurde die Wasserfläche in der Bürette auf den Nullpunkt eingestellt. Das zu untersuchende Material wurde in die Flasche *a* getan, die unmittelbar zugeschlossen wurde. Durch die Röhre *b* wurde mit einer Pipette eine gewisse Menge H_2O_2 eingeführt worauf sowohl der Hahn als auch der Quetschhahn *f* unmittelbar geschlossen wurden. Folglich war das System luftdicht, und der erzeugte Sauerstoff war durch Ablesung der in der Bürette verdrängten Wassermenge leicht zu messen. Dabei wurde das Gefäss *g* nach unten geschoben, so dass die Ablesungen immer bei atmosphärischem Druck erfolgten. Die sinkende Wasserfläche wurde jede Minute abgelesen und notiert.

Vor Anfang jedes Versuches wurde eine gewisse Menge frischen Materials abgewogen und 20 Ccm. destilliertes Wasser abgemessen. Nach Zusatz eines Teils des Wassers und einer gewissen kleinen Portion $CaCO_3$ — um eine Inaktivierung der Katalase durch bei der Mazeration eventuell freigemachte Säuren möglichst zu verhindern — wurde das Material in einem Porzellanmörser fein verrieben. Dann wurde die Masse mitsamt dem Rest des Wassers womit der Mörser genau gereinigt war, ins Reaktionsgefäss getan. Unmittelbar darauf wurde die Wasserstoffperoxydlösung eingeführt. (Diese bestand aus dreiprozentiger Apothekerware. Da es sich hier um vergleichende Versuche handelte, hielt ich es für ziemlich unnötig die Ware durch Titration mit $KMnO_4$ zu kontrollieren.) Meistens wurde der Versuch nach fünf Minuten unterbrochen.

Um die Temperatur einigermassen konstant zu halten wurde das Reaktionsgefäss in einen grossen Behälter mit Wasser, dessen Temperaturverhältnisse ziemlich leicht zu regeln waren, niedergesenkt. Die Temperatur hielt sich im allgemeinen auf 18°—20° C, aber gewisse Tage etwas höher. Da aber immer Parallelversuche mit Material beider Geschlechter ausgeführt wurden, dürften die geringen Temperaturdifferenzen keine grössere Rolle für die Beurteilung der Resultate spielen.

Eine Schüttelmaschine wäre natürlich sehr wünschenswert gewesen, da mir aber leider eine solche fehlte wurde das Fläschchen an den oberen dicken Rand mit drei Fingern gefasst, worauf es unter Wasser lebhaft hin-und-her-geschwenkt wurde. Meine Frau, Cand. phil. Greta Dahlgren, die mir bei diesen Unter-



Fig. 1. Die für Bestimmung der Katalasewirkung verwendete Apparate. Erklärung im Text. — F. Dahlgren photo.

suchungen grosse Hilfe geleistet hat, konnte bald diese Schüttelungen sowie auch das Verarbeiten und Einführen des Materials mit grösster Präzision ausführen. Die Zahl der Schwenkungen (hin und zurück) wurde ab und zu kontrolliert und ergab sich auf etwa 200 pro Minute.

Es ist kaum nötig zu betonen, dass die erhaltenen Werte nicht eine Art Mass des Katalasegehaltes bedeuten, sondern nur ein Mass der — während einer gewissen Zeit und unter gewissen Bedingungen — erzielten Sauerstoffes.

Urtica dioica.

An männlichen und weiblichen Blüten dieser Pflanze sind insgesamt 56 Bestimmungen gemacht. Die auf einmal verarbeiteten Quantitäten und die benutzte Menge Wasserstoffperoxyd wechselten. Bei untenstehender Versuchsreihe wurde 0,5 Gr. frischer Blüten, 20 Ccm. Wasser und 5 Ccm. Wasserstoffperoxyd verwendet.

Min.	O_2-Bildung. Männliche Blüten							O_2-Bildung. Weibliche Blüten						
1	7,5	7,5	9,0	8,6	9,8	9,1	10,3	14,2	14,0	15,7	14,8	18,7	20,0	19,4
2	11,9	12,0	13,4	13,7	14,7	14,2	15,6	19,9	20,4	22,4	21,6	27,5	29,5	28,9
3	15,1	15,8	16,6	17,9	19,1	18,7	20,0	24,1	25,4	27,7	27,3	33,7	35,4	35,7
4	18,7	19,0	20,2	21,1	22,6	22,8	23,7	27,8	29,5	31,9	31,9	38,6	40,1	40,9
5	21,6	22,6	23,6	24,0	25,6	26,4	27,0	31,2	33,0	35,5	35,6	42,1	43,5	44,8

Sauerstoffbildung in Ccm. von männlichen und weiblichen Blüten von *Urtica dioica.*

Die Versuchsserie ist recht typisch. Die abgeschiedene Sauerstoffmenge ist ja bei verschiedenen Exemplaren verschieden, aber die männlichen Blüten zeigten durchweg eine geringere Spaltungswirkung auf Wasserstoffperoxyd als die weiblichen. Dieselben Resultate haben wir immer und immer wieder erhalten [1].

Das Resultat ist ja an und für sich nicht besonders auffallend. So verschieden wie männliche und weibliche Blüten sind, ist es ja nicht überraschend dass auch die Enzymmengen ungleich sind. Aber die Tatsache schien uns doch bedeutend interessanter zu werden, als wir von der obenerwähnten Arbeit Camps (1929) Kenntnis genommen hatten. Er hat (ohne die Zahl seiner Bestimmungen anzugeben und im allgemeinen ohne zu sagen ob er mehrere Individuen untersucht habe) durchweg eine grössere Sauerstoffproduktion bei männlichen als bei weiblichen Blüten gefunden, ganz gleich ob sie von diöcischen oder monöcischen Pflanzen herrührten [2].

[1] Nur ein einziges Mal fanden wir in einer Versuchsreihe, dass die männlichen Blüten eines Exemplares, das während einiger Stunden abgeschnitten gelegen hatte, eine Sauerstoffproduktion »weiblichen Charakters» zeigten. (Eine Woche trocken aufbewahrte Blätter zersetzten immer noch Wasserstoffperoxyd. Der jüngst verstorbene Lopriore [1928, S. 420] hat bei Pollen eines mehrere Jahrzehnte alten Herbarexemplares von *Dictamnus albus* eine geringe Katalasereaktion feststellen können.)

[2] *Alocasia odora* ♂ 23,6, u. ♀ 2,5 Ccm. O_2, *Arisaema dracontium*, 12,3 u. 7,2. *Carica papaya* 24,2. u. 11, *Alnus glutinosa* 30,7 u. 16,4,

Die Verhältnisse bei der Brennessel stehen ja in schroffem Gegensatz zu den Befunden CAMPS, weshalb man also keineswegs behaupten darf, dass sich hier eine allgemeingültige Regel geltend macht. (Siehe auch unten!)

Nach Feststellen der verschiedenen Katalaseproduktion der Blüthen fingen wir mit dem weit interessanteren Problem an zu untersuchen ob eine Verschiedenheit zwischen den Blättern, also zwischen Organen von demselben Bau und derselben Funktion bei beiden Geschlechtern, bestehe. Im allgemeinen wurden 0,25 Gr. Blattmasse, 5 Ccm. H_2O_2 und 20 Ccm. H_2O verwendet. Ein nenneswerter Unterschied zwischen den kleinen oberen und den anderen älteren Blättern scheint nicht vorhanden zu sein. Untenstehende Tabelle zeigt die Resultate von je vier Generalproben der Blätter.

Min.	♂-Blätter. 0_2-Bildung				♀-Blätter. 0_2-Bildung			
1	32,3	32,8	32,2	31,8	22,2	22,9	22,3	25,3
2	45,6	45,8	46,1	45,7	34,5	35,2	35,9	36,8
3	50,2	50,3	50,8	50,6	41,5	41,7	43,1	43,6
4	51,9	52,0	52,1	53,1	45,7	45,9	47,1	47,2

Generalprobe von Blättern einer ♂- und einer ♀-Pflanze von *Urtica dioica.*

Wie man sieht sind die Bestimmungen sehr gleichartig. (Durchschnittszahl: ♂ 52,3 und ♀ 46,5). Bei den meisten Blattuntersuchungen sind solche Mischproben mehrerer Blätter von jedem Individuum genommen. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse von Blattversuchen mit 5 ♂- und 5 ♀-Pflanzen.

Ricinus communis 19,9 u. 13,4, *Zea Mays, Acer platanoides* 5,0 u. 2,3. Männliche Blüten von *Aesculus glabra* haben mehr Sauerstoff (6,1) als zwittrige Blüten (4,0) freigemacht. Ähnlich verhalten sich die Staubgefässe (9,8) bei *Yucca filamentosa* dem Gynöcium (1,1 +) derselben Pflanze gegenüber.

Min.	♂-Blätter. O_2-Bildung					♀-Blätter. O_2-Bildung				
1	23,6	26,4	27,4	33,5	26,5	19,9	21,2	34,2	21,7	34,2
2	35,3	39.5	42,0	46,4	43,0	30,2	33,5	44,5	34.9	45,7
3	41,4	45,6	48,2	50,7	50,5	36,4	40,7	47,8	43,2	49,9
4	44,9	48,9	50,9	52,3	53,7	41,0	45,2	49,4	48,0	51,5
5	47,2	50,8	52,3	53,1	55,2	44,3	47,9	50,1	50,3	52,3

Blätter von fünf ♂- und fünf ♀-Exemplaren von *Urtica dioica.*

Diese und vorige Tabelle zeigen also, dass einige männliche Individuen eine höhere Sauerstoffbildung haben als irgend eines der untersuchten weiblichen Exemplare; andererseits geht aus den angeführten Zahlen hervor, dass man nicht — im Gegensatz zum Verhältnis bei den Blüten — von einer durchgehenden Verschiedenheit in der Katalaseproduktion der Blätter der beiden Geschlechter der Brennessel sprechen kann.

Die Katalasewirkung der Blätter ist bedeutend grösser als die der Blüten. Das ist nicht besonders überraschend. Gračanin (1926) teilt mit, dass der Katalasegehalt bei einigen von ihm untersuchten Pflanzen in Wurzel, Stamm und Blättern verschieden war.

Camp (l. c.) hat gefunden, dass Blätter eines männlichen Exemplares von *Morus rubra.* kräftiger reagierten (5,5 Ccm.) als Blätter eines weiblichen Individuums (4,6). Er erzählt weiter, dass Nadeln von *Pinus nigra,* die während des Winters unterhalb der männlichen Blütenknospen sassen, eine bedeutend grössere Katalasewirkung (4,4) zeigten als diejenigen, die am selben Zweig unter den weiblichen Knospen sassen (0,8). Nach der Pollenverbreitung war der Unterschied fast verwischt (10,9 bezw. 0,8).

Rumex acetosella.

Von diöcischen Landpflanzen bei Kristineberg konnte auch kleiner Sauerampler angeschaffet werden. Nachdem

die Studien über die Brennessel beendigt waren, schien uns eine Untersuchung dieser Pflanze von einem gewissen Interesse da die beiden Geschlechter hier auch verschiedene Kromosomgarnituren besitzen. Wegen der vorgeschrittenen Jahreszeit war leider nur eine beschränkte Anzahl weiblicher Exemplare in voller Anthese zu erhalten. (LOPRIORE [1928] hat nachgewiesen, dass die Katalasereaktion des Pollens und der Narbe mit dem Alter wechselt.)

Folgende Tabelle zeigt die Sauerstoffproduktion in Ccm. bei Anwendung von 0,5 Gr. Blüthen, 5 Ccm. Wasserstoffperoxyd und 20 Ccm. Wasser:

Min.	♂-Blüten. 0_2-Bildung						♀-Blüten. 0_2-Bildung					
1	1,8	2,7	4,2	4,0	5,5	5,7	1,5	1,6	1,7	1,7	3,4	3,7
2	3,5	5,2	6,4	7,1	9,4	10,0	2,9	3,4	3,6	3,8	5,9	6,5
3	5,0	7,7	9,3	10,0	13,1	14,1	4,4	4,9	5,3	6,1	8,0	9,1
4	6,6	10,0	11,7	12,6	16,5	17,6	5,7	6,0	6,9	8,1	9,8	11,0
5	8,2	12,2	14,1	15,1	18,3	20,2	7,1	7,4	8,4	9,9	11,5	12,9

Blüten von sechs ♂- und sechs ♀-Exemplaren von *Rumex acetosella.*

Wie ersichtlich war die Sauerstoffproduktion höchst verschieden bei verschiedenen Exemplaren, durchschnittlich jedoch bedeutend grösser bei männlichen Blüten als bei weiblichen (14,9 : 9,5). Dies wird auch durch einige Vorversuche mit 1. Gr. Blüten bestätigt. Als Schlussresultat ergaben sich dann folgende Gasmengen:

♂♂ 23,3 26,0 30,5 31,1 und ♀♀ 14,3 17,1 17,6 19,1

Kleiner Sauerampfer verhält sich, obwohl weniger ausgeprägt, umgekehrt wie die Brennessel.

Eine Versuchsserie mit Generalproben von Blättern (1 Gr.) verschiedener Exemplare ergaben nach 5-Minuten Versuchen folgende Schlusswerte:

♂♂ 30,9 32,7 41,3 42,1 44,5 und ♀♀ 19,3 19,8 34,9 36,1 42,5

Im Durchschnitt sind ja auch hier die Männchen den Weibchen etwas überlegen. Die beiden Serien transgre-

diieren aber gegenseitig allzu sehr um eine Behauptung zu rechtfertigen — jedenfalls nicht ohne ein viel grösseres Versuchsmaterial — die Katalaseproduktion sei in gewissem Grade ein Geschlechtscharakter. Da die Zahl der Versuche so gering ist, hielt ich es nicht der Mühe wert den mittleren Fehler auszurechnen.

Polysiphonia nigrescens.

Von dieser Alge[1] war es verhältnismässig leicht sowohl ♂- und ♀- als auch Tetrasporindividuen zu erhalten, und es lag deshalb nahe bei der Hand auch mit dieser Art Versuche zu machen, insbesondere da meine vorher ausgeführten 75 Proben mit Manoilows »Geschlechtsreaktion» zeigten, dass die weiblichen Exemplare durchgängig von den beiden anderen Typen abwichen. Einzelne individuen sind nicht untersucht worden. Nachdem das Material sortiert war, wurden 2 Gr. von einer zwischen Filtrierpapier und Handtüchern ausgepressten Algenmasse abgewogen und untersucht (5 Ccm. H_2O_2, 25 Ccm. H_2O). Eine Fehlerquelle von grosser Bedeutung mit der man hier zu rechnen hat sind die zahlreich vorhandenen Diatomeen und Epizoen, die sehr schwierig sind los zu werden. Hoffentlich kommen sie durchschnittlich in allen drei Typen gleich häufig vor. Die erhaltenen Werte sind sehr wechselnd, aber stürmisches Wetter, hoher Wasserstand und meine gezwungene Abreise von der Meeresstation haben mich genötigt die Untersuchungen zu unterbrechen.

Folgende Bestimmungen sind am 14. August gemacht und zwar an Material, das am selben Tage eingesammelt war.

6 Probe mit 2 Gr. ♂-Pflanzen: 30,6 31,4 32,3 32,9 35,7 36,9 Ccm. O_2.
5 Probe mit 2 Gr. ♀-Pflanzen: 34,4 36,6 37,3 38,5 40,6 Ccm. O_2.
7 Probe mit 2 Gr. Sp.-Pflanzen: 17,1 20,2 21,7 21,9 23,2 24,4 26,5 Ccm. O_2.

[1] Auf Versuche mit *Fucus vesiculosus* mussten wir verzichten, da es sehr schwierig war Thallus und Conceptakeln genügend fein zu verreiben.

Die werte wechseln ja recht sehr. Die weiblichen Exemplare bilden vielleicht in der Regel mehr Katalase als männliche Pflanzen. Sowohl Männchen als auch Weibchen sind durchweg durch grösseres Reaktionsvermögen als die Tetrasporexemplare gekennzeichnet.

Algen, die eine Woche früher eingesammelt waren, ergaben ganz andere Werte als diese eben erwähnte Versuchsserie aufweist. Die Resultate waren:

Untersucht	Tetrasporpflanzen			Weibchen			Männchen
8 Aug.	28,9	34,5	37,3				36,7
9 Aug.	10,4	11,2	11,4	18,6	20,9	23,0	
10 Aug.	11,9	12,2	12,4	18,2			

Sauerstoffabscheidung in Ccm. von *Polysiphonia nigrescens* am 8 Aug. gesammelt. Zwei Gr. Algenmasse in jeder Probe.

Die am Einsammlungstage gefundenen Werte für Tetrasporpflanzen sind auffallend hoch, die später erhaltenen — sowie auch die Weibchenwerte — sind erstaunlich niedrig. Hat die Aufbewahrung über Nacht im Aquarium den Katalasegehalt vielleicht herabgesetzt? Darüber wage ich mich noch nicht zu äussern. Ein weiteres 24-stündiges Aufbewahren an derselben Stelle scheint wenigstens keine ungünstige Wirkung ausgeübt zu haben. Die am 9. und 10. für weibliche Exemplare gefundenen Zahlen sind — wie vorher — den an denselben Tagen für Tetrasporpflanzen erhaltenen überlegen.

Zusammenfassung.

In diesem Frühling haben v. Euler und seine Mitarbeiter einige Untersuchungen über den Katalasegehalt bei einigen Sippen von *Hordeum* und *Brassica* veröffentlicht, aus denen hervorgeht, dass die verschiedenen Typen auch durch verschiedene Katalaseproduktion gekennzeichnet sind. Parallel zu der Herausmendlung von zwei Typen läuft eine Spaltung in katalasekräftige und katalaseschwache Individuen. Blakeslee und Miss Satina haben früher nachgewiesen, dass die + Stämme von *Mucor*

im Durchschnitt eine grössere Katalasemenge bilden als die — Stämme.

Während dieses Sommers haben wir ein Paar diöcische Pflanzen untersucht um nachzusehen ob die beiden Geschlechter sich auch durch verschiedene Katalaseproduktion unterscheiden. Die angewandte Methodik war ungefähr dieselbe wie die von OVERHOLSER bei seinen Untersuchungen von Birnen benutzte.

Die weiblichen Blüten von *Urtica dioica* zeigten durchweg eine stärkere Zersetzung von Wasserstoffperoxyd als die männlichen. Die Blätter der beiden Geschlechter waren jedoch in dieser Hinsicht nicht besonders verschieden.

Bei *Rumex acetocella* scheinen im Gegenteil die weiblichen Blüten gewöhnlich eine geringere Katalasemenge als die männlichen zu produzieren. Die Blätter der untersuchten Männchen hatten allerdings im Durchschnitt eine etwas stärkere Katalasewirkung als die weiblichen Blätter, aber die wechselnden Verhältnisse berechtigen uns nicht — wenigstens in Betracht des geringen Materials — die Katalaseproduktion der Blätter als ein Geschlechtscharakter anzusehen.

Die Alge *Polysiphonia nigrescens* tritt bekanntlich in männlichen, weiblichen und tetrasportragenden Individuen auf. Die Werte, die wir bei Untersuchung von zwei verschiedenen Kollekten erhalten haben, sind sehr verschieden. Die Geschlechtsindividuen scheinen katalasereicher zu sein als die Sporenpflanzen.

Unsere Resultate, obgleich nicht besonders merkwürdig, haben wir jedoch hier publiziert, da CAMP, in einem jüngst erschienenen Aufsatz, wo er ein Dutzend Phanerogamen behandelt, behauptet dass er durchgängig — sowohl bei Blüten als auch Blättern — die grösste Katalasewirkung beim männlichen Geschlecht konstatiert hat.

Uppsala, Botanisches Institut, September 1929.

Zusatz in der Korrektur.

Nach Drucklegung sind noch zwei Abhandlungen über Katalasewirkung und Mendelspaltung erschienen. v. EULER und Frl. RUNEHJELM haben neue Untersuchungen über die Katalasewirkung bei ergrünungsfähigen und chlorophyllmangelnden Gerstentypen publiziert und v. EULER hat eine zusammenfassende Darstellung seiner Studien über dieses Thema in Hereditas veröffentlicht.

In den letzten Tagen haben auch ALEXEFF, RUSSINOWA und JAROSLAWZEW mitgeteilt, dass der mittlere Blutkatalasegehalt bei Männern um etwa 10 % grösser ist als bei Frauen.

Literaturverzeichnis.

ALEXEFF, A. I., RUSSINOWA, K. I., und JAROSLAWZEW, A. N., Über die Wirkungsintensität der Katalase des Blutes. — Biochem. Zeitschrift, 214. 1929.

CAMP, W. H., Catalase activity and sex in plants. — American Journ. of Bot., 16. 1929.

DAHLGREN, K. V. O., Några försök med Manoilows könsreaktion. (Deutsche Zusammenfassung.) — Bot. Notiser. Lund 1926.

v. EULER, H., Chemische Untersuchungen an Chlorophyllmutanten, I. — Hereditas, 13. 1929.

v. EULER, H., HELLSTRÖM, H. und RUNEHJELM, DAGMAR, Experimentelle chemische Beiträge zur Erblichkeitsforschung. Hoppe-Seyler's Zeitschrift f. physiol. Chemie, 182. 1929.

v. EULER, H. und NILSSON, H., Quantitative Enzymstudien über Mendel-Faktoren. — Die Naturwissenschaften, 17. 3. Mai 1929.

v. EULER, H. und NILSSON, H., Enzymchemische Vererbungsstudien. I. — K. Svenska Vet.-Akad. Arkiv för Kemi, 10: 5. 1929. (Nicht gesehen).

v. EULER, H., STEFFENBURG, S. und HELLSTRÖM, H., Experimentelle chemische Beiträge zur Erblichkeitsforschung. II. — Hoppe-Seyler's Zeitschrift f. physiol. Chemie, 183. 1929.

v. EULER, H. und RUNEHJELM, DAGMAR, Experimentelle chemische Beiträge zur Erblichkeitsforschung. III. — Hoppe-Seyler's Zeitschrift f. physiol. Chemie, 183. 1929.

GRAČANIN, M., Ein Beitrag zur Kenntnis der Katalasewirkung bei autotrophen Pflanzen. — Biochem. Zeitschrift, 168. 1926.

LOPRIORE. G., Die Katalase-Reaktion und die Biologie des Pollens. Berichte d. Deutschen Bot. Ges., 46. 1928.

OVERHOLSER, E. L., A study of the catalase of the fruits of pear varieties. — American Journal of Bot., 15. 1928.

SATINA, SOPHIA and BLAKESLEE, A. F., Studies on biochemical differences between (+) and (—)sexes in Mucors. 2. A preliminary report on the Manoilov reaction and other tests. — Proc. of the natural. acad. of sci. U. S. A., 12. 1926 a.

—, Biochemical differences between sexes in green plants. — Proc. of the natural acad. of sci. U. S. A., 12. 1926 b.

Botaniska Notiser 1929, Lund 1929.

Über das aktuelle und absolute O_2-Defizit der Seen im Sommer.

Von Gustaf Alsterberg.

Wie ich in einer besonderen, noch nicht publizierten Abhandlung beschrieben habe, wird der Wert des *absoluten O_2-Defizits* dadurch erhalten, dass man die festgestellte O_2-Konzentration von bestimmten in den verschiedenen Fällen verschiedenen Primärkonstanten subtrahiert. Wir erfahren dann die Menge O_2, die nach dem Stabilisieren der Stratifikation des Wassers in dem System verbraucht oder produziert worden ist, was für das Hypolimnion des Sommers in dem Zeitpunkt zu suchen ist, wo die Temperatur des Wassers + 4° C beträgt.

Für den auf diesem Gebiet Initiierten sind keine langen Motivierungen von Nöten, wenn es gilt die Bedeutung der hier berührten Probleme für die Deutung von wichtigen hydrobiologischen Tatsachen hinsichtlich der Biologie des Planktons und der Seebodenorganismen zu verstehen. Die Organismenwelt des Wassers setzt sich ja aus sowohl Pflanzen- wie Tierformen zusammen, deren Zusammenarbeit wir gerade aus dem Wechseln des O_2-Gehaltes ablesen können. Ich habe die hier dargestellten Betrachtungen als Ausgangspunkt für Berechnungen verwendet, die die allgemeine Charakteristik der Seen, in Anbetracht von Pflanzen und Tieren, berühren werden.

1. Die Beschaffenheit des aktuellen Defizits.

Ich will jetzt einige solche Berechnungen der Stratifikation und zuerst in der beigefügten Tabelle I eine solche

Serie anführen, die sich auf den Seneca Lake bezieht, dem grössten und tiefsten der sogenannten Finger Lakes im Staate New York U. S. A. Die Primärwerte habe ich einer der klassischen Arbeiten BIRGE's und JUDAY's entnommen (1912). Die Serie wurde am 3. August 1910 festgestellt. Übrigens will ich folgende Angaben über diesen See machen. Er ist 188 m tief und liegt 135 m über dem Meeresspiegel und bildet daher eine Kryptodepression. Er umfasst eine Fläche von 175,4 km^2, seine grösste Länge ist 56,6 km^2 und seine grösste Breite beträgt 5,2 km. Er hat die Form einer einfachen Mulde.

Zuerst will ich die Beschaffenheit der O_2-Werte diskutieren, wie sie in einer Berechnung zum Vorschein kommt, die sich auf die vorher immer genehmigten Prinzipien stützt, wenn man vorhandene O_2-Defizite berechnet hat. *Deren Umfang hat man immer mit Hinsicht auf die gleichzeitig konstatierte Temperatur und den dieser entsprechenden O_2-Absorptionskoeffizienten des Wassers festgestellt.* In Tabelle I habe ich teils die beobachteten O_2-Werte des betreffenden Sees, teils die Temperaturen und die entsprechenden Absorptionskoeffizienten angeführt und an Hand dieser Zahlen den Wert des aktuellen O_2-Defizits berechnet, der die Differenz zwischen dem beobachteten O_2-Gehalt und dem für die betreffende Temperatur gültigen Absorptionskoeffizienten ausmacht. In bezug auf diesen will ich hinzufügen, dass ich von der von BIRGE und JUDAY in derselben Arbeit mitgeteilten Tabelle ausgegangen bin (l. c. S. 609). · Ist der Wert des Absorptionskoeffizienten geringer als der direkt analytisch festgestellten O_2-Wert, zeigt dies Verhältnis, dass eine O_2-Übersättigung vorhanden ist, ein Umstand, der in der Tabelle durch + vor dem Wert des Defizits markiert wird. Andernfalls ist das Wasser nicht ganz gesättigt, sondern es liegt ein wirkliches Defizit vor, das durch — markiert ist.

Wie also aus der Verteilung der auf diese Weise berechneten O_2-Defizitwerte hervorgeht, sollte eine gewisse

Tab. I.

Tiefe m	Temp + °C	O_2-Gehalt ccm pr l	O_2-Absorptionskoeff. ccm pr l	Aktuelles O_2-Defizit ccm pr l	Absolutes O_2-Defizit ccm pr l
0	20,2	6,85	6,55	+ 0,30	— 2,25
5	19,6	7,00	6,62	+ 0,38	— 2,10
10	19,0	7,40	6,69	+ 0,71	— 1,70
15	17,2	7,80	6,91	+ 0,89	— 1,30
20	11,6	8,40	7,74	+ 0,66	— 0,70
30	8,3	8,80	8,34	+ 0,46	— 0,30
50	5,2	8,70	8,99	— 0,29	— 0,40
75	4,6	8,90	9,12	— 0,22	— 0,20
100	—	9,00	9,15	— 0,15	— 0,10
130	—	9,10	9,17	— 0,07	— 0,00
150	—	8,55	9,19	— 0,64	— 0,55
173	4,2	8,45	9,21	— 0.76	— 0,65

Die aktuellen und absoluten O_2-Defizite im Seneca Lake. Die Serie bezieht sich auf die Sommerzeit und wurde von Birge und Juday am 3. August 1910 festgestellt. Für die Berechnung der den fehlenden Temperaturen entsprechenden aktuellen Absorptionskoeffizienten resp. der Defizite der 100-, 130- und 150-m-Tiefen habe ich das Vorhandensein einer gleichmässigen Temperaturabnahme zwischen den 75—173-m-Niveaus angenommen. Durch die starke horizontale Linie habe ich das Sprungschichtenniveau bezeichnen wollen. Die O_2-Absorptionskoeffizient nach der Höhe des Sees korrigiert; die Primärkonstante ist 9,10 ccm.

O_2-Übersättigung im Epilimnion existieren, die umso stärker ausgeprägt ist, je näher der Sprungschicht die Probe entnommen wird.

Ein starker Stoffwechsel kann, wie die hohen O_2-Werte im allgemeinen zeigen, in diesem See nicht existieren, weshalb keine solche O_2-Übersättigung zufolge kurz vorher stattgefundener Prozesse entstanden sein kann, sondern sie muss ein fortbestehender Rest alter O_2-Überschüsse sein. Besonders in den tieferen Schichten des Epilimnions hat der O_2-Haushalt teils mit den von Anfang des Frühjahrs an

existierenden physikalisch bedingten O_2-Werten des Wassers, teils mit dem von den schwachen Assimilationsprozessen produzierten O_2 zu operieren, wovon aber der meiste von der epilimnischen Wassermasse in die Atmosphäre ausgeatmet worden ist. Zweitens zeigt das aktuelle Defizit noch eine andere eigentümliche Einzelheit in der O_2-Verteilung, denn wir konstatieren, dass die Berechnung des aktuellen Defizits ein Übersättigungsmaximum in der Sprungschicht selbst zeigt (s. das 15-m-Niveau). Die metalimnischen Werte des aktuellen Defizits markieren auf diese Weise einen scharfen Umschlagspunkt des O_2-Haushaltes. Dem aktuellen Defizit drücken vor allem zwei Umstände ihr Gepräge auf, denn es wird von der in das System von oben zugeführten Wärme und der aus derselben Richtung dirigierten Auslüftung gemeinsam beeinflusst und ausserdem findet im Inneren der Schicht ein O_2-Verbrauch statt. Die Wärmezufuhr, die mit vergrössertem Wert dazu beiträgt, den positiven Wert des Defizits zu vermehren, d. h. den Wert der O_2-Übersättigung, ist in sehr grosser Tiefe wirksam, ja weit drinnen in der Sprungschicht, während die Auslüftung meist auf der Wasseroberfläche wirkt und weniger unten im Epilimnion und auf alle Fälle fast gar nicht in der Sprungschicht. Der biogene O_2-Verbrauch ist in dem substanzarmen See sehr gering. Daher wird das aktuelle Defizit die Sprungschicht durch einen dort existierenden Maximumwert für die aktuelle O_2-Übersättigung markieren, die keineswegs das geringste mit biogenen photosynthetischen Prozessen zu schaffen haben braucht. Ich will hier an die O_2-Verteilung in »Vita Vattnet» erinnern (vgl. ALSTERBERG 1927). Gerade unter der Sprungschicht war ein sehr grosser O_2-Gehalt vorhanden. Dieser representierte einen Rest des bei der Konvektion des Frühjahrs zugeführten O_2, denn biogene Prozesse spielten in diesem sterilen See sicherlich eine sehr geringe Rolle.

Nach diesen Erklärungen bezeichnet der positive Wert des aktuellen Defizits in diesen Fällen vor allem physi-

kalisch wirksame Faktoren, sie haben aber wenig mit biologischen Prozessen zu tun. Die Übersättigung hat nicht als Ursache die Wirksamkeit der in der Sprungschicht besonders stark ausgeprägten Assimilationsprozesse, sondern *zeigt* nur, dass die Wärmezufuhr in die Sprungschicht herunter vor sich geht in einem schnelleren Tempo als der O_2-Verlust, der vor allem durch den O_2-Verbrauch zufolge der Destruktion der nach unten geführten organischen Substanz zustande kommt.

Denn die hypolimnischen Werte des aktuellen O_2-Defizits werden vor allem durch die Diskrepanzen zwischen der Wärmezufuhr und der O_2-Wegführung charakterisiert. In einem Fall verläuft die Wärmezufuhr schneller und das aktuelle Defizit bekommt positive Eigenschaften und bezeichnet also das Entstehen einer Übersättigung; man muss aber scharf auf den Umstand achtgeben, dass eine entstehende Übersättigung unter diesen Verhältnissen keine O_2-Zufuhr bezeichnet. In anderen Fällen verlaufen die O_2-verbrauchenden Prozesse schneller als die Wärmezufuhr und folglich erhält man negative Werte für das aktuelle Defizit, das also zeigen wird, dass O_2 wirklich aus dem System hinaustransportiert wird; wir müssen uns jetzt klar machen, dass in diesem Fall der Wert des Defizits zu gering wird und nicht die ganze Entfernung von O_2 umfasst. In diesem Spiel von physikalischen und biogenen Kräften, von Wärmezufuhr und O_2-Entfernung, repräsentiert das aktuelle O_2-Defizit einen zusammengesetzten Wert, der, statt die Natur des Verlaufs klarzulegen, komplizierend wirkt.

Dagegen habe ich nie irgend etwas finden können, das darauf hindeutet, dass eine grössere O_2-Abfuhr aus dem eumetalimnischen-hypolimnischen Schichtenkomplex durch einen Auslüftungsprozess zustande kommen kann, der darin bestehen sollte, dass vom Epilimnion Wasser in das Hypolimnion überführt wurde, das in der Wasseroberfläche ausgelüftet worden war. Ich habe dies in einer neulich in Druck gegebenen Abhandlung hervorgehoben, und komme

auch dann und wann später in dieser Abhandlung auf denselben Umstand zurück.

2. Die Beschaffenheit des absoluten O_2-Defizits.

Zufolge hier angeführter Tatsachen ist es nicht unmotiviert, die Möglichkeit besserer Berechnungsprinzipien zu untersuchen. Und die Prinzipien dieser Berechnungen habe ich in meiner eben erwähnten druckfertigen Arbeit dargelegt, wo ich gewisse Primärkonstanten aufgestellt habe, die als Ausgangspunkte solcher Berechnungen verwendbar sind. Für das Hypolimnion des Sommers gilt als ein solcher Ausgangspunkt der O_2-Sättigungskoeffizient für Wasser von + 4 °C und Meeresniveau (= 9,26). Von diesem auf respektiver Seehöhe (vgl. WEGENER 1912) korrigierten Wert wird der faktisch beobachtete Wert der O_2-Konzentration subtrahiert, und die Differenz, die man dann erhält, habe ich als das *absolute O_2-Defizit* bezeichnet. Dieser Wert gibt die Menge O_2 an, die verschwunden ist, seitdem die Schichtung stabilisiert wurde, was bei etwa + 4 °C geschah.

Wir ersehen aus der vorher angeführten Tabelle und den dazugehörenden Kurven (Fig. 1), dass die Verteilung des erhaltenen absoluten O_2-Defizits von Seneca einen besonders regelmässigen Verlauf zeigt. Überall ist der Wert negativ, und dies zeigt, dass weder eine O_2-Produktion noch eine O_2-Zufuhr irgendwo stattgefunden hat, die einzigen Umstände, die hinsichtlich produktionsbiologischer Gesichtspunkte von Bedeutung sind, während hingegen Berechnungen der aktuellen Defizite und der Übersättigungen ziemlich bedeutungslos sind.

Im Epilimnion ist der Wert des absoluten Defizits begreiflicherweise hoch, welches darauf beruht, dass die physikalischen Faktoren, die hier in hohem Grad dominieren, einen Ausgleich mit der Atmosphäre herbeiführen, was ich schon in Bezug auf die Behandlung des aktuellen O_2-Defizits angeführt habe. Unten im Hypolimnion sinkt aber

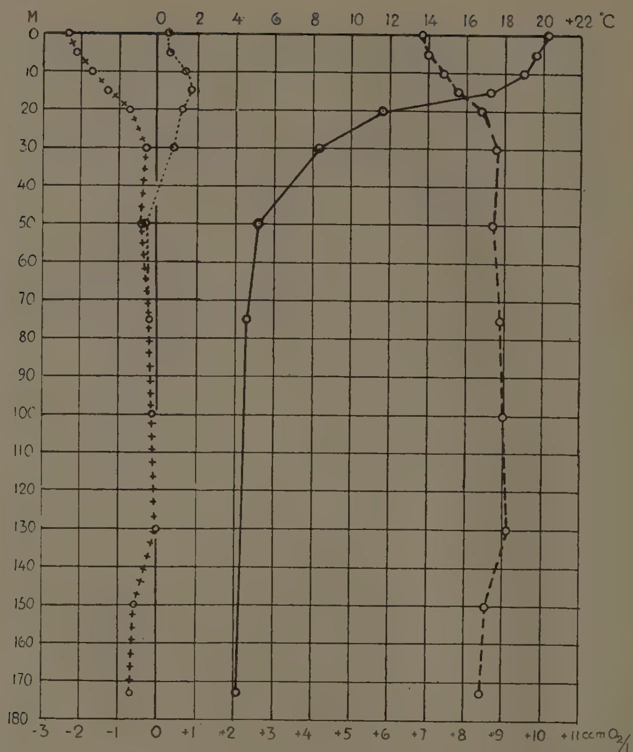


Fig. 1. Kurven der Verteilung der Temperatur, der O_2-Konzentration, des aktuellen O_2-Defizits und des absoluten Defizits im Seneca. Die den Kurven zugrunde liegenden Werte sind in Tabelle I. angeführt. Als Ordinate ist die Tiefe des Sees angegeben, als Abszisse fungieren die Werte der Temperatur, der O_2-Konzentration, des aktuellen und des absoluten O_2-Defizits. Die Kurve der Temperatur wird durch ——— markiert, die der O_2-Konzentration durch — — —, die des aktuellen O_2-Defizits durch .... und die des absoluten O_2-Defizits durch + + +.

der Wert des absoluten Defizits in einem fort und erreicht in 130 m Tiefe einen Minimumwert (= 0). Diese hypolimnische Senkung des Wertes für das absolute O_2-Defizit bezeichnet also, dass Senecas Hypolimnion in einem mehr

oder weniger hohem Grad seinen O_2-Gehalt bewahrt hat und dies umso mehr, für je grössere Tiefe die Analyse gilt. Es ist offenbar, dass in den oberen Schichten des Hypolimnions ein O_2-Verlust zustande gekommen ist, der in noch tieferen Wasserschichten mit Ausnahme des allertiefsten Profundals wesentlich eliminiert ist; in lezterem steigt das O_2-Defizit wieder schnell ohne dass es die epilimnischen Werte erreicht. Somit sollte auch im tiefsten Profundal ein besonders verstärkter O_2-Verbrauch erfolgen, der hier begreiflicherweise biologisch bedingt sein muss. Auf Grund von oben Angeführtem ist auch meine Stellung mit Hinsicht auf die Erklärung des hohen O_2-Defizits in der Sprungschicht und gleich unter derselben definiert, denn meiner Meinung nach muss auch hier das Defizit biologisch bedingt sein. Dass das Wasser keineswegs leicht O_2 durch Erwärmung abgibt, ist aus der Literatur genau bekannt, und der physikalisch bedingte Ausgleich mit der Atmosphäre ist übrigens in hohem Grad schon im Epilimnion mangelhaft, was aus den aktuellen Defiziten hervorgeht, die kein wahres Defizit sondern statt dessen eine zunehmende Übersättigung an der Grenze des Hypolimnions zeigen. Irgendein biogener gleich vorher durch Photosynthese entstandener O_2-Überschuss ist in diesem in hohem Grad sterilen See nicht zu erwarten, weshalb die Übersättigung weit zurück in der Zeit liegende Ursachen haben muss. Ich werde später in einer besonderen Abhandlung zeigen, dass der hohe Wert des absoluten Defizits in der Sprungschicht und unmittelbar darunter aus anderen Gründen leicht zu erklären ist, und ich werde meine Ansicht über diese Frage zusammenfassen: der hohe Wert des absoluten Defizits ist zufolge des O_2-Verbrauches biogen bedingt, während der aktuelle O_2-Überschuss zeigt, dass dieser O_2-Verbrauch trotz seiner Grösse nicht Zeit genug hat, die immer mehr zugeführte Wärme zu kompensieren. Eine Photosynthese als Erklärung des Vorhandenseins des aktuellen O_2-Überschusses ist also als Erklärungsprinzip ausgeschlossen.

Das absolute O_2-Defizit zeigt übrigens einige kleinere Unregelmässigkeiten im Hypolimnion. Ich werde in der erwähnten späteren Abhandlung zeigen, dass diese zufolge gewisser Unregelmässigkeiten der Bodenkonfiguration entstanden sind. Sie fehlen in der Zahlenserie der aktuellen Defizite, die sich schon aus diesem Grunde für die Charakteristik des Stoffwechsels als unterlegen zeigen. Auch ist kaum anzunehmen, dass eine O_2-Produktion in 30 m Tiefe stattfindet, die so stark wäre, dass sie sogar die Destruktionsprozesse überwiegen würde. Diese aktuelle Übersättigung ist physikalisch bedingt, also davon abhängig, dass der O_2-Gehalt noch nicht Zeit gehabt hat auf das Niveau des Absorptionskoeffizienten der aktuellen Temperatur oder unter denselben zu sinken. Solche Diskrepanzen werden ja durch die Anwendung meiner Berechnungsmethode ganz eliminiert.

3. Die Werte des absoluten Defizits als Indikatoren der biogenen O_2-Produktion.

Im allgemeinen sind die Werte der aktuellen O_2-Übersättigungen als Indikatoren für das Vorhandensein von photosynthetischen Prozessen wenig zuverlässig. In diesem Fall geben Vergleiche mit der hypolimnischen Primärkonstante gewisse wertvolle Auskünfte, denn überschreitet der beobachtete O_2-Gehalt auch diesen Wert, ist es offenbar, dass eine Photysynthese stattgefunden hat. Aber dies kann nur unter gewissen Bedingungen vor sich gehen, denn der Stoffwechsel muss in mehr oder weniger hohem Grad durch allochthon zugeführtes CO_2 oder CO_2-produzierende Stoffe dominiert werden; so etwas kann nur hinsichtlich Quellenseen in Betracht kommen. In diesem Zusammenhang will ich den O_2-Haushalt des Odensees erwähnen. Ich habe schon beschrieben (Alsterberg 1927), dass in dem Hypolimnion dieses Sees ein stark O_2-haltiges Wasser vorhanden ist, das ich gerade wie betreffend den O_2-Reichtum in den

Tiefenwasser des »Vita Vattnet» als einen Rest von dem im frühesten Frühjahr durch Konvektion zugeführten O_2 erklärt habe. Bei einer genauen Analyse der Werte fand ich aber, dass dieser O_2-Gehalt im Sommer noch mehr steigt und dabei den Wert der Primärkonstante überschreitet. Also muss hier eine photosynthetische O_2-Produktion mit allochthonem CO_2 als Ausgangsmaterial vor sich gehen. Diese Produktion ist bis zu einer Tiefe von 10—11 m nachweisbar, und hierbei fungiert ein an Individuen sehr reiches *Oscillatoria*-Plankton.

Dagegen ist diese Möglichkeit einer O_2-Anreicherung für grössere Seen ausgeschlossen, wo ja natürlich die allochthonen Zuschüsse mit der Grösse des Sees an Bedeutung abnehmen. Dort dürfte die Photosynthese in ihrer O_2-Produktion kaum weiter gehen als ungefähr bis zu dem Wert der hypolimnischen Primärkonstanten oder zu sehr naheliegenden Werten desselben. Das der Photosynthese hier zugängliche CO_2 ist ein in hohem Grad autochthones Produkt und ist bei der Verbrennung der an Ort und Stelle sedimentierten oder sedimentierenden Substanz entstanden. Die so entstandene Menge CO_2 muss mit dem bei der Verbrennung verbrauchten O_2 fast äquivalent sein, oder sie weicht sehr wenig in einem Rahmen ab, der mit Hinsicht auf den respiratorischen Quotienten bei der Umsetzung der verschiedenen Typen energieproduzierender Stoffe bestimmt ist. Zwar kann CO_2 ausserdem anaërob produziert werden, aber im Laufe der Zeit dürfte wohl die CO_2-Produktion der autochthonen Sedimente im grossen Ganzen in direkter Proportion zu dem verbrauchtem O_2 stehen. Wir sehen, dass auch im diesem Fall die hypolimnische Primärkonstante als präliminärer Ausgangspunkt unserer Betrachtungen geeignet ist. Liegt der beobachtete O_2-Wert hoch über dem Wert der Primärkonstante, können wir mit Sicherheit sagen, dass eine Photosynthese stattgefunden hat und dass das Ausgangssubstrat dieses Stoffwechsels allochthonen Ursprungs ist. Liegt der Wert in der Nähe der

Primärkonstante und ist es im übrigen offenbar, dass das Wasser nicht absolut steril und die Stoffwechselprozesse nicht ganz ausgeschlossen sind, sondern mit grösserer oder geringerer Lebhaftigkeit vor sich gehen, so muss auch jetzt eine Photosynthese stattfinden, aber als Substrat dient jetzt autochthones Material; die Photosynthese kann also in diesem Fall offenbar den O_2-verzehrenden und also gleichzeitig CO_2-produzierenden Prozessen die Stange halten. Den Berechnungen am unzugänglichsten ist ein solcher Fall, wo zwar sowohl O_2-Verbrauch wie Photosynthese gleichzeitig vor sich gehen, wo aber jener Prozess das Übergewicht hat. In meinen Berechnungen, die wahrscheinlich in der allernächsten Zukunft veröffentlicht werden, werde ich aber bestimmte Indikationen auch solcher komplizierten Fälle anführen, die den Verlauf des Stoffwechsels andeuten. Ich werde zeigen, dass ein photosynthetischer Einfluss sich im allgemeinen nicht durch hohe O_2-Gehalte zu erkennen gibt, sondern vielmehr durch eine Regeneration der von oben zugeführten organischen Substanz.

4. Die Verschiebung der absoluten und aktuellen O_2-Defizite im Sommer.

Ich werde ausserdem einige tabellarisch und graphisch, nach angegebenen Berechnungsmethoden behandelte Werte anführen, die sich auf den Green Lake in Wisconsin U. S. A. beziehen und einer Arbeit von Birge und Juday (B. und J. 1911) entnommen worden sind. Weder betreffend Seneca noch einen anderen der New-York-Seen gibt es mehr als einzelne O_2-Serien, die uns begreiflicherweise Berechnungen des Verlaufs der Verschiebungen nicht gestatten.

Der Green Lake liegt ungefähr auf demselben Breitengrade wie der Seneca Lake. Er ist bedeutend kleiner und hat eine von ihm etwas verschiedene, obgleich ziemlich regelmässige Form, die etwas ovaler ist. Er ist 11,90 km lang, 3,22 km breit und liegt 278 m über dem Meeres-

Tab. II.

Tiefe m	15/II	15/V	5/VII	14/VIII	4/X
0	+ 1,6	— 0,8	— 2,6	— 3,0	— 3,0
10	+ 0,1	— 0,9	— 2,6	— 3,8	— 3,2
12	—	—			— 3,1
15	—	—	— 2,5	— 4,0	
20	+ 0,2	— 1,0	— 2,5	— 4,1	— 5,4
30	+ 0,2	— 1,0	— 2,6	— 3,5	— 4,5
40	— 0,3	—	— 2,0	— 2,7	— 3,6
50	— 0,5	— 1,1	— 2,0	— 2,7	— 3,5
60	— 0,6	— 1,3	— 2,3	— 3,2	— 3,4
65	—	—	— 3,0	— 5,5	— 6,1
70	— 0,9	— 1,4	— 3,9	— 7,9	— 8,2
			— 4,5	— 8,1	— 8,2

Die absoluten O_2-Defizite im Green Lake, im ccm O_2 pr Liter angegeben. Die Serien wurden im Jahre 1906 festgestellt. Die Sprungschicht ist durch eine starke horizontale Linie bezeichnet. Die Primärwerte der Berechnungen nach BIRGE und JUDAY. Die O_2-Absorptionskoeffizient nach der Höhe des Sees korrigiert; die Primärkonstante ist 8,95 ccm.

spiegel. Die grösste Tiefe ist 72,2 m, er hat seine grösste Ausdehnung ungefähr in Richtung Ost-West (JUDAY 1914). Er umfasst eine Fläche von 28,72 km². Die auf Grund der angeführten Werte ausgeführten Berechnungen sind in zwei Tabellen zusammengestellt, von denen Tabelle II die Berechnungen der absoluten O_2-Defizite enthält, während in Tabelle III die aktuellen Defizite zusammengestellt sind. Die absoluten Defizite sind in der beigefügten Kurve graphisch behandelt (Fig. 2). Wie schon angeführt worden ist, sind alle Berechnungen nach vorher angegebenen Methoden ausgeführt.

Wir finden ohne weiteres aus der Verteilung der absoluten O_2-Defizite, dass das metalimnische Maximum des O_2-Defizits und auch ein sehr kräftig hervortretendes profundales absolutes O_2-Defizit im Verlauf des Sommers immer mehr verschärft wird. Die Zahlen und die Kurven verlaufen

Tab. III.

Tiefe m	15/II				15/V				5/VII				14/VIII				4/X			
	Temp + °C	O_2-Koeff. ccm pr l	O_2-Gehalt ccm pr l	Akt. O_2-Defizit ccm pr l	Temp + °C	O_2-Koeff. ccm pr l	O_2-Gehalt ccm pr l	Akt. O_2-Defizit ccm pr l	Temp + °C	O_2-Koeff. ccm pr l	O_2-Gehalt ccm pr l	Akt. O_2-Defizit ccm pr l	Temp + °C	O_2-Koeff. ccm pr l	O_2-Gehalt ccm pr l	Akt. O_2-Defizit ccm pr l	Temp + °C	O_2-Koeff. ccm pr l	O_2-Gehalt ccm pr l	Akt. O_2-Defizit ccm pr l
0	0,3	10,2	10,6	— 0,4	8,0	8,4	8,2	— 0,2	19,8	6,6	6,4	— 0,2	24,5	6,1	6,0	— 0,1	17,9	6,8	6,0	— 0,8
10	0,9	10,0	9,1	— 0,9	6,1	8,8	8,1	— 0,7	19,0	6,7	6,4	— 0,3	20,1	6,6	5,2	— 1,4	17,7	6,8	5,8	1,0
12	—	—	—	—	—	—	—	—									17,7	6,8	5,9	— 0,9
15	—	—	—	—	—	—	—	—	13,6	7,4	6,5	— 0,9	16,5	7,0	5,0	— 2,0				
20	0,9	10,0	9,2	— 0,8	5,6	8,9	8,0	— 0,9	10,1	8,0	6,5	— 1,5	12,3	7,6	4,9	— 2,7	12,3	7,6	3,6	— 4,0
30	1,1	10,0	9,2	— 0,8	5,6	8,9	8,0	— 0,9	7,3	8,5	6,4	— 2,1	8,2	8,4	5,5	— 2,9	8,1	8,4	4,5	— 3,9
40	1,5	9,9	8,7	— 1,2	5,1	—	—	—	6,6	8,7	7,0	— 1,7	6,8	8,6	6,3	— 2,3	6,7	8,7	5,4	— 3,3
50	1,7	9,8	8,5	— 1,3	4,8	9,1	7,9	— 1,2	6,3	8,7	7,0	— 1,7	6,8	8,6	6,3	— 2,3	6,2	8,8	5,5	3,3
60	1,9	9,8	8,4	— 1,4	4,8	9,1	7,7	1,4	6,0	8,8	6,7	— 2,1	6,1	8,8	5,8	— 3,0	5,9	8,8	5,6	— 3,2
65	—	—	—	—	—	—	—	—	5,8	8,9	6,0	— 2,9	5,8	8,9	3,5	— 5,4	—	8,8	2,9	— 5,9
70	2,3	9,7	8,1	— 1,6	4,8	9,1	7,6	— 1,5	5,6	8,9	5,1	— 3,8	—	8,9	1,1	— 7,8	—	8,8	0,8	8,0
									5,3	9,0	4,5	— 4,5	5,7	8,9	0,9	— 8,0	5,7	8,8	0,8	— 8,0

Die der vorhergehenden Tabelle entsprechenden aktuellen O_2-Defizite im Green Lake. Die Sprungschicht ist durch starke horizontale Linien bezeichnet.

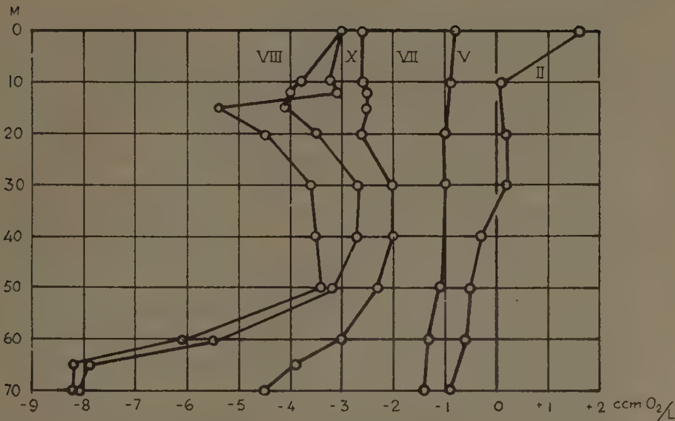


Fig. 2. Kurven der Verteilung des absoluten O_2-Defizits im Green Lake in verschiedenen Monaten. Die den Kurven zugrunde liegenden Werte sind in Tabelle II angeführt, und respektive Monate mit den entsprechenden römischen Ziffern angegeben.

besonders regelmässig, und besonders verdient der Umstand hervorgehoben zu werden, dass der Verlauf auch im Metalimnion offenbar von Prozessen bedingt ist, die ihren Ursprung in der Schicht selbst haben. Dagegen ist es undenkbar, dass O_2-armes Wasser in das System von anderen Schichten gekommen sei, da es ja darüber und darunter nur Wassermassen mit höheren O_2-Gehalten gibt.

Es ist von Interesse zu notieren, dass der O_2-Verbrauch schon im Mai sich geltend zu machen beginnt, am meisten im Profundal; er setzt aber natürlich in höheren Niveauen fort, und es gibt keinen Anlass anzunehmen, dass diese Defizite physikalisch bedingt sind. Wenn wir Tabelle III näher betrachten, sehen wir für den Monat Mai auf den Niveauen von 0—10 m eine Temperaturabnahme von etwa 2° C, den ersten Anfang einer Ausgestaltung eines Epilimnion schon bei den niedrigen Frühjahrstemperaturen, und schon jetzt ist das Hypolimnion vollständig von der Oberfläche getrennt, was es vielleicht lange Zeit gewesen ist.

Das Defizit, das schon im Mai sehr ausgeprägt ist, muss biogen bedingt sein, denn die entstehende Differenz in der O_2-Konzentration kommt ja ohne eine gleichzeitige entsprechende Temperaturerhöhung zustande. Darum ist auch die Differenz zwischen dem absoluten und aktuellen Defizit in der Maiserie von sehr geringem Umfang. Hätten die physikalischen Prozesse einen wichtigen integrierenden Teil der O_2-Haushalt des Hypolimnion ausgemacht, so würde die erwähnte Differenz zu dieser Zeit gross gewesen sein.

Wir finden also oft Belege, die die Zuverlässigkeit des Schlusses bestätigen, dass die so für den Sommer berechneten absoluten O_2-Defizite der hypolimnischen und metalimnischen Schichten biogenen Ursprungs sind. Auch verdient hervorgehoben zu werden, dass wir gerade mit dieser Berechnungsmethode haben konstatieren können, dass der Stoffwechsel im Metalimnion und im oberen Teil des Hypolimnions in der Tat von ansehnlicher Grösse ist, während man vorher nur die Konzentration des Stoffwechsels im tiefsten Profundal beobachtete. Also können wir auch mit Hinsicht auf den Seneca Lake den Schluss ziehen, dass die Verteilung des absoluten Defizits biogen bedingt ist. Dagegen ist es deutlich, dass der Stoffwechsel des Epilimnions ganz anderen Regeln folgt, und sein Gasgehalt wird hauptsächtlich, wenn auch keineswegs ganz, von der Oberfläche geregelt. Besonders betreffend den Green Lake zeigt die Verteilung des absoluten O_2-Defizits, dass der Stoffwechsel des Hypolimnions nicht das geringste mit dem epilimnischen Stoffwechsel zu schaffen hat.

5. Übereinstimmende und divergierende Momente in der Verteilung der O_2- und N_2-Defizite.

Es muss von grossem Interesse sein, in diesem Zusammenhang die Ausgestaltung der aktuellen und absoluten Defizite der N_2-Konzentration zu prüfen. Ich habe nämlich in meiner noch nicht veröffentlichten Abhandlung

Tab. IV.

Tiefe m	Temp + °C	N_2-Gehalt ccm pr l	N_2-Absorptionskoeffizient ccm pr l	Aktuelles N_2-Defizit ccm pr l	Absolutes N_2-Defizit ccm pr l
0	23,0	11,6	11,6	± 0,0	— 4,6
10	20,7	12,8	12,1	+ 0,7	— 3,4
12	17,3	13,1	12,7	+ 0,4	— 3,1
15	12,6	14,4	14,0	+ 0,4	— 1,8
20	8,6	15,7	15,2	+ 0,5	— 0,5
30	7,4	16,1	15,5	+ 0,6	— 0,1
40	6,2	16,8	16,0	+ 0,8	+ 0,6
50	6,0	16,7	16,1	+ 0,6	+ 0,5
60	5,8	16,6	16,2	+ 0,4	+ 0,4
65		16,6	16,2	+ 0,4	+ 0,4
70	5,7	16,4	16,2	+ 0,2	+ 0,2

Die N_2-Verteilung im Green Lake am 20. Aug. 1905 nach BIRGE und JUDAY. Die Sprungschichtlinie durch eine starke Linie bezeichnet. Die N_2-Absorptionskoeffizient nach der Höhe des Sees korrigiert; die Primärkonstante ist 16,2 ccm.

hervorgehoben, dass wir auch mit einer N_2-Primärkonstante in gleicher Weise rechnen werden, wie wir bisher mit einer O_2-Primärkonstante als Ausgangspunkt unserer Berechnungen der meta- und hypolimnischen O_2-Verteilung im Sommer gerechnet haben. Wenn wir von WINKLER's Werten für den N_2-Absorptionskoeffizienten als die nach allem zu urteilen richtigsten im Vergleich mit BUNSENS offenbar zu niedrigen Werten ausgehen, wäre diese N_2-Primärkonstante 16,8 ccm N_2 pr l, der Wert der N_2-Absorption des Wassers bei voller Sättigung bei + 4° C und 760 mm Druck. Ich werde hier (Tab. IV) eine am 20. August 1905 festgestellte Serie anführen, die N_2-analytische Werte vom Green Lake umfasst (BIRGE und JUDAY 1911). Aus Tabelle und Kurve (Fig. 3) geht deutlich hervor, dass die absoluten N_2-Defizite eine Verteilung zeigen, die in hohem Grad an

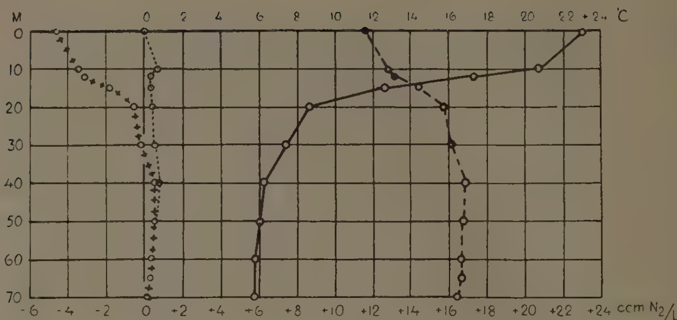


Fig. 3. Kurven der Verteilung der Temperatur, der N_2-Konzentration, des aktuellen N_2-Defizits und des absoluten N_2-Defizits im Green Lake. Die den Kurven zugrunde liegenden Werte sind in Tab. IV angeführt. Als Ordinate ist die Tiefe des Sees angeführt, als Abszisse fungieren die Werte der Temperatur, der N_2-Konzentration, des aktuellen und absoluten N_2-Defizits. Die Kurve der Temperatur wird durch ——— angegeben, die der N_2-Konzentration durch — —, die des aktuellen N_2-Defizits durch .... und die des absoluten N_2-Defizits durch + + +.

die Verteilung des absoluten O_2-Defizits im Seneca erinnern. Jetzt wissen wir ja, dass der elementare N_2, biologisch gesehen, im grossen Ganzen dieselbe Rolle wie ein unnützes Mineral spielt, das weder auf die eine noch die andere Weise am Stoffwechsel teilnimmt. Offenbar spielt im Seneca der elementare O_2 eine ähnliche Rolle. Betreffend das absolute N_2-Defizit im Green Lake verdient übrigens hervorgehoben zu werden, dass dieses im Hypolimnion wahrscheinlich gleich Null ist, aber zufolge der Schwierigkeit des Diagnostizierens des Gases kommen die erwähnten kleinen Defizits zum Vorschein. Man kann sich auch das eventuelle Vorkommen von Nitrifikationsprozessen vorstellen, durch die der elementare N_2 gebunden wird. Auf diese Deutung könnte vor allem der regelmässige Verlauf des im Hypolimnion existierenden absoluten N_2-Defizits hindeuten. Ich will hier hinzufügen, dass ich immer gefunden

habe, dass die Werte von BIRGE und JUDAY mit einer unübertreffbaren Genauigkeit festgestellt sind und jede Prüfung gut bestehen. Im Epilimnion ist das N_2-Defizit am grössten, und begreiflicherweise ist dieser Umstand physikalisch bedingt. Weniger ausgeprägt aber ungewöhnlich gross ist das Defizit der Sprungschicht, deren N_2-Verteilung ich schon in einer anderen Abhandlung auseinandergesetzt habe. Nach unten zu überschreitet die Kurve des absoluten Defizits die 0-Linie, um dann im tiefsten Profundal wieder zurückzukehren. Dieses letztere kleine Steigen könnte möglicherweise biologisch bedingt sein. Eine grosse Übersättigung im Sommer zufolge übriggebliebener N_2-Reste von Jahreszeiten mit Temperaturen *unter* $+4°$ C existiert jedenfalls nicht. Dies ist von Wert zu konstatieren, denn damit ist auch bewiesen, dass wir hierbei auch nicht mit einem solchen Umstand für die Verteilung des O_2-Gehaltes und des absoluten O_2-Defizits zu rechnen haben.

Der fast konstanten Beschaffenheit des aktuellen N_2-Defizits nach zu urteilen, ist deutlich, dass ungefähr dieselben Kräfte gewissermassen Wärme und O_2-transportierend wirken. Es ist jedoch bezeichnend, dass die Kurve für das aktuelle Defizit im Hypolimnion aus einem von der 0-Linie nach rechts gerichteten Bogen besteht. Dies wird ganz einfach dadurch verursacht, dass die Wärme zu einem gewissen Grad schneller in das Hypolimnion heruntertransportiert wird, als der N_2 wegtransportiert werden kann. Jedoch ergibt der Wert des absoluten N_2-Defizites klar, dass der Umfang der Variation in der N_2-Konzentration nicht besonders gross ist, und daher muss auch die Amplitude des aktuellen Defizits von geringem Umfang werden. Ich kann nicht eingehender darüber berichten, aber in diesem See sind bodenmorphologische Umstände vorhanden, die einen Transport von Wärme und N_2 nach unten unterstützen. Dies tritt sowohl im absoluten wie auch im aktuellen Defizit klar zu Tage. Die Kurve innerhalb der höheren Niveaus des Hypolimnions biegt nach links ab,

weil der Hinzutransport von Wärme und der Wegtransport von N_2 sich mehr und mehr mit Hinsicht auf einen Rahmen, der gerade vom aktuellen Sättigungskoeffizienten bestimmt wird, an einander angepasst haben.

Dagegen sind die Faktoren, die auf den metalimnischen und hypolimnischen O_2-Haushalt modifizierend wirken, anderer Art, denn hier greifen mächtige biologische Prozesse ein. Da also die O_2-Verteilung, besonders die Verteilung des absoluten O_2-Defizits und die Wärmezufuhr, von verschiedenen Faktoren, die in hohem Grad von einander unabhängig sind, abhängen, ist damit auch selbstverständlich, dass das aktuelle O_2-Defizit, das Verhältnis zwischen dem O_2-Gehalt und der Wärmezufuhr, von geringem Wert sein muss und eher ein Berechnungsartefakt repräsentiert.

In gewissen kleinen Seen fanden Birge und Juday (1911) besonders hohe N_2-Werte, die alle Sättigungskoeffizienten weit übersteigen. In solchen Fällen dürfte man es nach der Meinung der beiden Autoren mit der Tätigkeit von stark N_2-reichen unterirdischen Zuflüssen zu tun haben.

6. Kritische Darlegungen unter Berücksichtigung der neuen Berechnungsmethoden.

Wie ich schon zu Beginn dieser meiner Abhandlung erwähnt habe, hat man bei Berechnungen über den Stoffwechsel der Seen immer mit den aktuellen Defiziten gerechnet. Besonders in einer der letzten Abhandlungen Thienemann's (1928) ist diese Berechnungsmethode angewandt worden. »Aus der Summe der Temperaturzahlen für die verschiedenen Tiefen, dividiert durch die Zahl der Beobachtungen, ergibt sich die Durchschnittstemperatur von E (Epilimnion) und H (Hypolimnion). Dieser entspricht ein bestimmter O_2-Sättigungswert (ccm/Liter); zieht man von diesem den tatsächlich beobachteten durchschnittlichen O_2-Wert von E bezw. H (ccm/Liter) ab, so stellt die Differenz das O_2-Defizit von E bezw. H dar — —; sie gibt an,

wieviel O_2 in ccm/Liter in E bezw. H auf Grund des Überwiegens der O_2-verbrauchenden über die O_2-liefernden Prozesse fehlt» (THIENEMANN l. c. S. 20). Wir sehen aus dem angeführten Zitat, dass die Anwendung der von mir kritisierten Berechnungsmethode eine Menge fataler Trugschlüsse bei der Deutung des erhaltenen Werte mit sich gezogen hat. So hat THIENEMANN offenbar geglaubt, dass man beim Anwenden seiner Berechnungsmethode nur mit Änderungen in der O_2-Konzentration rechnet, aber nicht gemerkt, dass man Temperaturtransporte von äusserst komplizierter Beschaffenheit mit hineingezogen hat. Hierzu muss ich noch beifügen, dass THIENEMANN ausserdem seine Mittelwerte für die Temperatur des Wassers und O_2-Gehalts nach Prinzipien berechnet hat, die vollständig falsch sind, was ich in späteren Abhandlungen zeigen werde. Seine hydrodynamische Ansichten sind auch sehr verworren, was besonders in seinen Erklärungen für die chemische Gestaltung der Sprungschicht hervortritt.

Ich will jetzt vorausschicken, dass ich auch eine Menge andere hierherhörende Probleme, die von demselben Autor behandelt worden sind, berühren werde, und auch zu den von NAUMANN dargestellten Ansichten Stellung nehmen will. Leider müssen meine Prüfungen in diesen Fällen in hohem Grade kritisch ausfallen, was mir höchst unangenehm ist. Der Einsatz dieser Forscher ist auf verschiedenen Gebieten sehr bedeutend, und ausserdem haben sie mir persönlich ein Wohlwollen gezeigt, das für mich von unschätzbarem Werte gewesen ist.

7. Anschliessende Bemerkungen.

Ich will hier eine spezielle Sache erwähnen, auch wenn sie nicht vollständig in diesen Zusammenhang hineinpasst. In bezug auf die Temperaturzufuhr verdient ein eigentümlicher Umstand hervorgehoben zu werden, der von grossem theoretischen Wert ist. Betreffs des Odensees habe ich konstatiert, dass in dessen abgesperrtem Hypolimnion im

Sommer tatsächlich eine Wärmezufuhr stattfindet, die bis spät in den Herbst hinein ununterbrochen anhält, trotzdem sonst eine Abkühlung in den epilimnischen Teilen des Wasservolumens vor sich geht; also streben die Temperaturen der epi- und hypolimnischen Wasservolumen danach, sich im Herbst an einander zu nähern, denn die epilimnische Temperatur sinkt immer mehr, während die hypolimnische Temperatur einer Erhöhung unterworfen ist. Von dieser Regel weicht aber der Green Lake ab, was aus einem Vergleich der hypolimnischen Temperaturen im August und Oktober hervorgeht, denn die Oktobertemperaturen sind fast immer niedriger als die Augusttemperaturen (vgl. die 20-, 30-, 40- und 50-m-Niveaus der resp. Monate!).

Dieser Umstand ist von grossem theoretischen Wert. In diesem Fall hören die für die Temperatursteigerung im Hypolimnion verantwortlichen Faktoren später im Herbst auf sich geltend zu machen oder nehmen an Effektivität ab, und was wir jetzt erblicken, muss eine hypolimnische Temperaturerniedrigung zufolge des immer fortdauernden Temperaturausgleiches zwischen Wasser und Bodensubstrat sein. Dies empfängt erwiesenermassen den ganzen Sommer über Wärme vom Wasser, das also stets abgekühlt werden muss; aber eine Abkühlung kommt im allgemeinen nicht zustande, zufolge des Übergewichts der Kräfte, die Wärme in das hypolimnische Wasservolumen im Sommer zuführen. Effektiv und merkbar wird die durch den Bodenkontakt erhaltene Abkühlung, wenn die Wärmezufuhr weniger effektiv wird oder ganz aufhört. Dass dies im Green Lake zum Vorschein kommt, ist der grossen Tiefe des Sees zuzuschreiben, die gerade auf die hypolimnische Wärmezufuhr verzögernd wirkt, so dass sie sich im Herbst ändern muss, wenn ausserdem andere Umstände, z. B. verminderte Sonnenhöhe, die Wärmezufuhr in hohem Masse vermindern. Betreffend den Odensee kann man keine solche Änderung erwarten, denn seine Tiefe ist doch verhältnismässig gering (21 m). Damit kann die Wärmezufuhr

von oben auch im Spätherbst nicht auf einen quantité négligéable sinken, sondern sie wird immer den Wärmeverlust, zufolge der Wärmezufuhr in das Bodensubstrat, übersteigen.

Zusammenfassung.

1. In der Abhandlung wird der Vorteil demonstriert, der mit den Berechnungsprinzipien verbunden ist, wo man von der für den Sommer gültigen Primärkonstanten als Ausgangspunkt ausgeht.
2. Dieser entspricht dem auf respektiver Seehöhe korrigierten Sättigungskoeffizienten für O_2 im Wasser von $+ 4°$ C.
3. Von diesem Wert wird der durch Analyse direkt festgestellte O_2-Wert subtrahiert, und durch diese Berechnungsoperation erhält man den Wert für den O_2, der vor dem Zeitpunkt des Stabilisierens der Schichtung verbraucht worden ist, d. h. dem Zeitpunkt, wo die Wassertemperatur $+ 4°$ C betrug, bis zu dem Zeitpunkt der Analysenserien, die im Sommer festgestellt wurden.
4. Der so erhaltenen Wert habe ich das absolute O_2-Defizit genannt.
5. Früher hat man auch zur Feststellung des Umfangs des Stoffwechsels eines Sees mit dem O_2-Defizit gerechnet, aber diese Berechnungen haben als Ausgangspunkt die aktuellen O_2-Defizite behandelt.
6. Für die aktuellen Defizite ist charakteristisch, dass man hier mit der beim Zeitpunkt der Analyse festgestellten O_2-Zahlen rechnet, die zu den O_2-Sättigungskoeffizienten der beim selben Zeitpunkt festgestellten Temperatur in Beziehung gebracht werden.
7. Normierend für eine solche Berechnung ist die Annahme, dass die Ursachen der Wärmezufuhr und der Änderungen der O_2-Konzentration identisch sind und derart wirken, dass die Temperaturänderungen und die Änderungen in der O_2-Konzentration direkte Begleiterscheinungen sind.
8. Diese Annahme ist wie ich in einer besonderen noch nicht veröffentlichten Abhandlung gezeigt habe, vollkommen falsch, weil die Wärmezufuhr und die Änderungen in der O_2-Konzentration im Metalimnion und Hypolimnion von einander vollständig unabhängig verlaufen.
9. Auch in der vorliegenden Abhandlung werden einige Data

angeführt, die meine früher erwähnte Behauptung betreffs der Ungeeignetheit von dem aktuellen O_2-Defizit als Ausgangspunkt auszugehen bestätigen, weil es ein zu komplexer Wert ist, der von den Wärmeänderungen, dem biogenen O_2-Verbrauch, der O_2-Produktion durch Photosynthese und eventuell einem geringen O_2-Verlust durch Auslüftung bedingt wird.

10. Das aktuelle O_2-Defizit kann sehr leicht den Eindruck erwecken, dass eine O_2-Produktion durch Photosynthese stattgefunden hat, während in der Tat gar keine O_2-Produktion zustande gekommen ist, sondern sogar ein O_2-Verbrauch.
11. In der vorliegenden Abhandlung habe ich ausserdem einige Fakta angeführt, die zeigen, dass die Änderungen in der hypolimnischen O_2-Konzentration, wie sie in dem absoluten O_2-Defizit zum Vorschein kommen, ausschliesslich von biogenen Ursachen abhängig sind. So geht z. B. sehr deutlich hervor, dass der O_2-Umsatz im Niveau der Sprungschicht im Green Lake von für die betreffende Schicht endogenen Ursachen bedingt ist.

Literaturverzeichnis.

ALSTERBERG, G.: Die Sauerstoffschichtung der Seen. Botaniska Notiser, Lund 1927.

BIRGE, E. A. u. JUDAY, C.: A limnological study of the Finger Lakes. Bull. of the Bureau of Fisheries, Vol. 32, 1912.

— u. —: The dissolved gases of the water and their biological significanse; the inland lakes of Wisconsin. Wisconsin geological and natural History Survey, Bull. no. 22, Sc. Series no. 7. Madison 1911.

JUDAY, C.: The hydrography and morphometry of the lakes; the inland lakes of Wisconsin. Ibid. Bull. no. 27. Sc. Series no. 9. Madison 1914.

THIENEMANN, A.: Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See; in: Die Binnengewässer, Bd. IV. Stuttgart 1928.

WEGENER, A.: Art. »Barometer», in: Handwörterbuch d. Naturwissenschaften, Bd. 1. Jena 1912.

Botaniska Notiser 1929, Lund 1929.

Über die Sauerstoffschichtung der Seen im Sommer.

Von Folke Lundberg.

1. Untersuchungsgebiet.

Während der beiden letzten Sommer hatte ich Gelegenheit einige Untersuchungen über die O_2-Verhältnisse in einigen Seen in Dalekarlien zu machen. Diese Untersuchungen sollen eine Einleitung zu einer Analyse über die lakustrische Flora des Gebietes und damit zusammenhängenden biologischen Problemen ausmachen. Ein Feststellen des O_2-Gehaltes ist von grösster Bedeutung, wenn es gilt den Gehalt von Nährsalzen zu bestimmen. Ich fand es passend zu dieser allgemeinen Aufgabe eine Diskussion über die Dynamik der chemischen Schichtung hinzuzufügen. Die vier Seen, die von meinen Untersuchungen berührt werden, liegen zwischen 233 (Gensen) und 289 m (Gösjön) über dem Meeresspiegel. Sämtliche Seen befinden sich über der marinen Grenze. Wie aus der Karte (Fig. 1) hervorgeht, sind die Seen von Nadelwald und Moorgebieten umgeben und nirgends geht Ackerland bis an den See heran. Der Berggrund besteht aus so genanntem Järnagranit. Der Wasserstand ist auf Grund des Holztransportes ziemlich grossen Veränderungen unterworfen (eine Ausnahme macht der Gösjön, der gar nicht vom Holztransport berührt wird). Ein See (Storsjön) wird direkt mit Hilfe eines Staudammes regliert, und die Variationen können hier bis zu 1,5 m betragen. Die anderen, Gensen und Mellansjön, können nur indirekt regliert werden durch Abdämmen der höher belegenen Seen. Die Variationen dürften hier im allgemeinen

Fig. 1. Übersichtskarte (Ausschnitt aus der Generalstabskarte über Südschweden No 96 Leksand); in der linken unteren Ecke die Eisenbahnstation Dala-Järna.

nicht 1 m überschreiten. Von den Zuflüssen dieser Seen kommt keiner von über 400 m hoch belegenen Gegenden.

Meine Untersuchungen wurden gemacht, nachdem der Wasserstand nach dem Holztransport sein normales Niveau erreicht hatte. Das Wasser ist in den hier erwähnten Seen deutlich braun von Humusstoffen. Die Durchsichtigkeit liegt zwischen 3 und 5 Metern. Der Kalkgehalt ist sehr gering. Die Natur der Seen geht aus folgenden Beschreibungen hervor.

a. *Gensen.* In der Gemeinde Järna; Karte über die Topographie s. Fig. 2; Meereshöhe 232,7 m; mittlerer Luftdruck 738 mm; Areal 323,0 ha; grösste Tiefe 21 m; mittlere Tiefe 7,46 m; Volumen $24{,}09 \cdot 10^6$ kbm; grösste Länge 2,7 km N—S; grösste Breite 1,9 km W—O; O_2-Sättigungskoeffizient zur Zeit der Vollzirkulation 8,99 ccm/l.

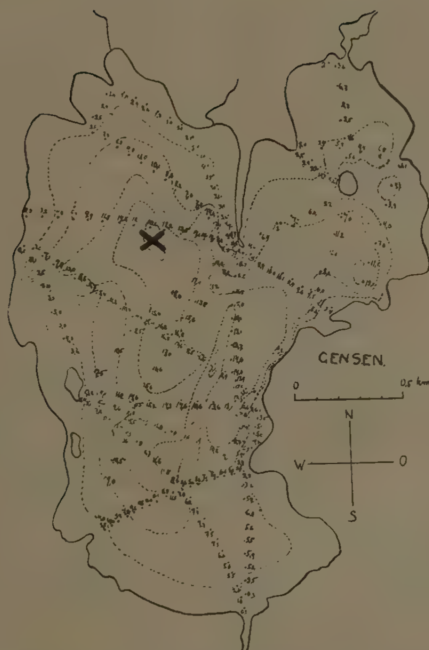


Fig. 2. Karte vom Gensen (nach J. V. Eriksson 1912). Tiefenkurven mit 4-Metern Äquidistanz.

Von der nördlichen Seite des Gensen schiebt sich ein 500 m langer »Rullstensås» direkt südlich in den See hinein. Östlich von diesem mündet der Flatån, der Wasser vom Flaten und andren Seen nördlich des Gensen mitführt. Westlich der Landspitze mündet Mirån, der vom Marsjön und Martjärn kommt. Der See wird vom Noret nach dem Västerdalälv entwässert. Die grösste von mir angetroffene Tiefe beträgt 21 m, und ist zwischen der südlichen Spitze der Landzunge und dem westlichen Strande belegen; Eriksson (s. Sahlström 1915) gibt als grösste Tiefe 20,2 m an. Der westliche und der östliche Strand besteht zu grössten Teil aus Steinblöcken, der nördliche Strand ist flach



Fig. 3. Karte vom Mellansjön und Storsjön (nach J. V. Eriksson 1914).

und zu mindestem in der Nähe der Landzunge sandig. Der südliche Strand ist überhalb des Uferrandes sumpfig, während der Seegrund sehr flach und sandig ist, und vereinzelt mit *Equisetum limosum* bewachsen. Der Blockstrand und der nördliche Sandstrand sind fast vegetationsfrei.

b. *Mellansjön.* In der Gemeinde Järna; Karte über die Topographie s. Fig. 3; Meereshöhe 240 m; mittlerer Luftdruck 738 mm; Areal 18,3 ha; grösste Tiefe 17 m; mittlere Tiefe 5,07 m; Volumen 0,93 . 10^6 kbm; grösste Länge 1,1 km W—O; grösste Breite 0,4 km N—S; O_2-Sättigungskoeffizient zur Zeit der Vollzirkulation 8,99 ccm/l.

Der Mellansjön ist ein langer und schmaler See, der

mehr an einen Fluss als an einen See erinnert. Er wird vom Ballsån durchflossen, der den Ballsen, Snesen und Gösjön entwässert. Die grösste angetroffene Tiefe (17 m) ist im östlichen Teil des Sees, im der Nähe des Zuflusses belegen. Die Ufer sind im allgemeinen nicht sumpfig. Im westlichen Teil des Sees bildet *Juncus supinus f. fluitans* dichte Bestände im flacheren Wasser. Im Übrigen besteht die Vegetation hauptsächlich aus *Equisetum limosum, Potamogeton natans* und *Nymphæa candida.*

c. *Storsjön.* Belegen in der Gemeinde Järna. Karte über die Topographie s. Fig. 3; Meershöhe 240 m; mittlerer Luftdruck 738 mm; Areal 184,8 ha; grösste Tiefe 13,9 (nach SAHLSTRÖM 1915); mittlere Tiefe 5,10 m; Volumen $9{,}43 \cdot 10^6$ kbm; grösste Länge 2,8 km N—S; grösste Breite 1,1 km W—O; O_2-Sättigungskoeffizient zur Zeit der Vollzirkulation 8,99 ccm/l.

Die Oberfläche des Storsjön liegt bei Hochwasser in gleicher Höhe mit der des Mellansjön. Von diesem fliesst das Wasser des Ballsån in den östlichen Teil des Storsjön hinaus. Andere Zuflüsse von Bedeutung sind nicht vorhanden. Das Wasser des Storsjön läuft durch den Snöån zum Västerdalälv ab. Die grösste angetroffene Tiefe (13,9 m) liegt ungefähr mitten im See. Die Ufer des Sees sind zum grossen Teil sumpfig. Eine Ausnahme hiervon macht das südöstliche Ufer, das hoch und steil ist. Bezeichnend für den Storsjön ist der Reichtum an grossen Felsblöcken, die an vielen Ställen zum mindesten bei geringem Wasserstand über die Wasserfläche hervorragen. Im nördlichsten Teil des Sees besteht ein reicher Wachstum an hauptsächlich *Potamogeton natans, Nymphæa candida* och *Nuphar luteum.* An vereinzelten Ställen, wo das Bodensubstrat einigermassen fest ist, sind *Isoëtes lacustre* und *echinosporum,* und *Ranunculus reptans* beobachtet worden.

d: *Gösjön.* Belegen in der Gemeinde Leksand. Karte über die Topographie s. Fig. 4; Meereshöhe 289 m; mittlerer Luftdruck 733 mm; Areal 61,5 ha; grösste Tiefe 36 m;



Fig. 4. Karte vom Gösjön (nach J. V. ERIKSSON 1915).

mittlere Tiefe 7,16 m; Volumen 4,41 . 10^6 kbm; grösste Länge 1,7 km NW—SO; grösste Breite 0,7 km SW—NO; O_2-Sättigungskoeffizient zur Zeit der Vollzirkulation 8,93 ccm/l.

Gösjön, der keine Zuflüsse von Bedeutung hat, wird vom Göån (Göda), der zum Ballsån fliesst, entwässert. Im nordwästlichen Teile des Sees besteht reiches Wachstum an *Equisetum limosum* und *Potamogeton natans*. Hier sind die Ufer sumpfig (Sphagnummoore). Der östliche Teil des Sees wird von hohen, steilen Ufern gekennzeichnet, die geringes Wachstum besitzen. Hier ist die grösste von mir angetroffene Tiefe (36 m) belegen, ein Wert, der die vorher angegebenen Werte um 2,5 m übersteigt.

2. Untersuchungstechnik.

Die Proben sind mit einem von ALSTERBERG konstruierten Wasserschöpfer entnommen. Die Temperatur wurde 1928 mit einem NEGRETTI-ZAMBRA-Thermometer gemessen. 1929 wo ich leider keinen Zugang zu einem NEGRETTI-ZAMBRA-Thermometer hatte, wurde die Temperatur unmittelbar nach der Probenahme in der grossen Flasche gemessen. Die O_2-Analyse ist nach WINKLER's von ALSTERBERG modifiierten Methode, ausgeführt (1925, 1926).

3. Stellungnahme zum Problem.

Man weiss, dass das Wasser in den temperierten Seen mit Hinsicht auf Temperaturverhältnisse und Chemie geschichtet ist, auf eine Art im Winter, auf eine andere Art im Sommer (FOREL 1895). Was ich hier besonders diskutieren will ist die chemische Schichtung im Sommer. Was die Dynamik dieser betrifft, so ist man so gut wie immer davon ausgegangen, dass das Zustandekommen der Schichtung zu wesentlichem Teil der Wirksamkeit des Planktons zuzuschreiben war, so z. B. BIRGE und JUDAY (1911 S. 47.), THIENEMANN (1914), MINDER (1924). Indessen sind in der allerletzten Zeit ganz neue Gesichtspunkte über dieses Verhalten hervorgetreten, denn ALSTERBERG (1927, 1928) hat zeigen können, dass die Bodenmorphologie für die Ausgestaltung der Schichtung grundlegend ist.

So sagt THIENEMANN (1914 S. 306—307): »Wesentlich anders ist die sauerstoffzehrende Wirkung des abgestorbenen Planktons. Es ist bekannt, dass die toten Planktonten langsam zu Boden sinken und sich während des Herabsinkens schon zum grossen Teil zersetzen. Das gilt vor allem für das Phytoplankton, aber zum Teil auch sicher für das Zooplankton. Die Sinkgeschwindigkeit wird, sobald das Plankton aus dem warmen Wasser des Epilimnions in das kühlere des Metalimnions und das kalte des Hypolimnions gelangt, stark abnehmen, so dass zum Durchsinken dieser unteren Schichten eine relativ lange Zeit verbraucht wird. Da nun im Epilimnion die durch die Zersetzungsprozesse des abgestorbenen Planktons bewirkte Sauerstoffzehrung durch die Assimilationstätigkeit und Sauerstoffproduktion des lebenden Phytoplanktons ausgeglichen wird, im Meta- und Hypolimnion letztere jedoch zurücktreten und von einer gewissen Tiefe an ganz verschwinden, so muss hier der Sauerstoffverbrauch des sinkenden, toten Planktons erst voll in die Erscheinung treten. Die Zersetzung des toten Planktons wirkt also von vornherein auf grössere Wasserschichten

des Meta- und Hypolimnions, ihre Wirkung beginnt fernerhin oben am Beginne oder Ende des Metalimnions und erstreckt sich allmählich auf die tieferen Wasserschichten, während die Fäulnis, die von der auf dem Seeboden lagernden toten Vegetation ausgeht, am Grunde beginnt und allmählich immer höheren Wasserschichten den Sauerstoff entzieht.»

Meiner Meinung nach können THIENEMANN's oben erwähten Ansichten nicht richtig sein. Zwar hat er später (THIENEMANN 1928) modifiierte Gesichtspunkte angeführt, die er jedoch so unklar dargestellt hat, dass ich sie hier nicht berücksichtigen kann.

Auf alle Fälle hat er jede Rücksichtnahme auf bodenmorphologische Verhältnisse ausser Acht gelassen. Somit muss der grösste Teil vom Plankton auf den Boden auf verschiedenen Niveaus anlangen (ein grosser Teil bleibt z. B. auf den epilimnischen Bodenarealen), wo die hauptsächliche Zersetzung nachher stattfindet. Durch die horizontalen Strömungen wird das O_2-arme Wasser in den See hinaus geführt und von O_2-reicherem ersetzt, wodurch die O_2-Schichtung ihr horizontales Gepräge erhält (ALSTERBERG 1927, 1928). Ausserdem muss man bedenken, dass nicht nur die Sinkungsgeschwindigkeit des toten Planktons sondern auch dessen Zersetzungsgeschwindigkeit in dem Meta- und Hypolimnion abnimmt. In diesem Falle ist man von einer unklaren Auffassung, dass die chemischen Stratifikationen bakteriell bedingt seien, ausgegangen.

MINDER ist dagegen der Meinung, dass der durch das Zooplankton bedingte Stoffwechsel die Ursache der chemischen Stratifikation ist. Er beschreibt Versuche mit *Gammarus pulex*, und schreibt daraufhin (MINDER 1924 S. 139): »Wollten wir diese Verhältnisse auf den See übertragen, so kämen wir zu dem Resultat, dass ein *Gammarus* diese Sauerstoffzehrung in etwa 100 Tagen bewirken würde, was mit den tatsächlichen Verhältnisen — der Grössenordnung nach natürlich — ungefähr stimmen dürfte. Wir

müssten uns nur noch für einen *Gammarus* einige der viel kleineren Cladoceren, Copepoden und Rotiferen substituiert denken.» Er unterschätzt hier anscheinend den Grössenunterschied zwischen *Gammarus* und den gewöhnlich vorkommenden planktonischen Tierformen. Statt »einige» dürfte wohl »einige hundert» die richtige Anzahl sein. Es ist erstaunlich, dass MINDER hier aus Bodenorganismen gewonnene Fakta anführt. Von hier dürfte der Schritt zu einer richtigen Auffassung der Bedeutung der Bodenareale und der dort befintlichen Organismen nicht gross sein.

Mit diesen Diskussionen hängt die Frage von dem Gehalt der Seen an Nährsalzen, und die Eigenschaft der Seen mit diesen zu haushalten eng zusammen. Es ist ein schon seit alten Zeiten feststehendes Faktum, dass tiefe Seen auf eine Art mit ihrem Zugang an Nahrung haushalten und flache Seen auf eine andere (FOREL 1895, WESENBERG-LUND 1908, BIRGE und JUDAY 1912). Aber hierzu kommen besondere Eigenschaften, die gemeinsam für Seen in demselben Gebiet sind. Diesen gemeinsamen Eigenschaften hat WESENBERG-LUND in seiner eben erwähnten grossartigen Abhandlung Ausdruck gegeben. Seiner Einteilung nach gehören die von mir untersuchten Seen zu dem nordeuropäischen Typus, für den abgesehen von der Nahrungsarmut, u. a. auch die niedrige Sommertemperatur bezeichnend ist. — Dieses Verhalten wird weiter unten diskutiert. — Meine Planktonuntersuchungen, die ich jedoch nicht hier demonstriere sondern in anderen Abhandlungen anführen werde, zeigen dies, und auch dass WESENBERG-LUND's Klassifikation, die sich auf ein sehr reichhaltiges Material grundet, richtig ist.

Die meisten der hier beschriebenen Seen sind ziemlich tief (17—36 m) und ihr Wasser ist von einem ziemlich hohen Humusgehalt gekennzeichnet, wenigstens war dies leicht durch eine okulare Betrachtung zu konstatieren. SAMUELSSON, der die Seen Dalekarliens von botanischem Gesichtspunkt aus untersucht hat, hat mit Hinsicht auf

floristische Verhältnisse mehrere Seetypen aufgestellt, von denen ich seine Dyseen und *Lobelia*-Seen erwähnen will. Die Seen des ersten Typus, die insbesondere oberhalb der marinen Grenze zu finden sind, genau wie die von mir untersuchten Seen, »haben in typischer Ausbildung einen lockeren, moderigen Boden und braunes, jedoch durchsichtiges Wasser ohne Wasserblüte. Floristisch sind sie durch ihre Artenarmut, fast vollständiges Fehlen von Kurzsprossgewächsen und zumeist schwache Entwicklung echter Röhrichte gekennzeichnet» (Samuelsson 1925. S. 6.). Dieser Einteilung nach sollten die von mir untersuchten Seen, Gösjön, Mellansjön, und Storsjön zu dieser Gruppe gehören, während es aber die Frage ist, ob nicht der Gensen zu dem *Lobelia*-Seentypes gehört. »Die *Lobelia*-Seen haben stellenweise kiesigen, jedenfalls im grossen und ganzen festeren Boden als die Dyseen. Der Humusgehalt des Wassers ist auch geringer, zumeist mittelmässig gross. - - - Ihr floristisches Sondergepräge den Dyseen gegenüber erhalten indessen die *Lobelia*-Seen in erster Linie durch das reichliche Auftreten der Kurzsprossgewächse. Wahre Charakterpflanzen sind die beiden *Isoëtes*-Arten - - - - und *Lobelia*. - - - -» (Samuelsson l. c. S. 7).

Das Bodensubstrat ist in sämtlichen Seen ein typischer Dy. Doch werden die epilimnischen Bodengebiete im Gensen zu grossem Teil von Sand, Geröll und Steinblöcken bedeckt. Wie ich schon erwähnt habe, ist der Stoffwechsel für einen See massgebend, und dieser wird vor allen Dingen durch eine Analyse seiner O_2-Haushaltung bestimmt.

4. Berechnung und Aufstellung des Ziffermaterials.

In den hierhergehörenden Tabellen, ausser in Tabelle VI, die andere Verhältnisse behandelt, gibt die erste Spalte die Tiefe, von der die Probe entnommen wurde in Metern an, die zweite die Temperatur der Probe, die dritte den O_2-Gehalt der Probe in ccm/l bei 0°, 760 mm.

Die vierte Spalte gibt den theoretisch zu erwartenden O_2-Gehalt, entsprechend der Temperatur der Schicht an, also den Sättigungskoeffizienten. Diese Werte sind von Birge und Juday (1912) entnommen und auf den mittleren Luftdruck der Seeoberfläche umgerechnet. Dass diese Sättigungswerte auf den an der Seeoberfläche herrschenden Luftdruck reduziert werden müssen, ist von Minder (1924) und Alsterberg (1929) hervorgehoben worden. Hierbei muss der an der Seeoberfläche herrschende mittlere Druck angewendet werden und nicht wie Minder ansieht der zur Zeit der Probenahme herrschende Druck. Es dürfte auch eingesehen werden, dass diese »aktuellen» Luftdruckänderungen nicht den geringsten Einfluss auf den O_2-Gehalt der tieferen Schichten des Sees haben können, die während des ganzen Sommers von dem O_2 der Atmosphäre hermetisch abgeschlossen sind. Gegen Minder's Berechnungsprinzipien wendet sich auch Thienemann (1928 S. 16), der, soweit man verstehen kann, der Ansicht ist, dass die aktuellen Luftdruckveränderungen ohne Bedeutung sind. Überhaupt ist er der Ansicht, dass die Reduktionen mit Hinsicht auf den Barometerstand bedeutungslos sind, »jedenfalls für die Verhältnisse der Tiefebene.» In Anbetracht dieser Ansicht hätte man mit Recht erwarten können, dass er Rücksicht auf die Höhe über dem Meeresspiegel, den »absoluten» Luftdruck, hätte nehmen müssen, wenn es sich um Seen im Hochland handelt. Dies ist offenbar nicht der Fall, denn in seinen Berechnungen über Alpenseen erwähnt er solche Korrektionen nicht. Auch bei meinen Kontrollrechnungen habe ich nicht finden können, dass er Rücksicht auf den Druckunterschied genommen hat. Dass solche Korrektionen keinesfalls zu vernachlässigende Quanta ausmachen, ist ohne Zweifel klar. Für den tiefst belegenen dieser Alpenseen, den Genfer See (375 m), ist der O_2-Sättigungskoeffizient 4,6 % niedriger, für den höchst belegenen, Lunzer Untersee (608 m), 7,6 % niedriger als am Meeresspiegel. Es dürfte ohne weiteres eingesehen werden, dass

der zur Zeit der Frühjahrsvollzirkulation herrschende Luftdruck für die O_2-Absorbtion ausschlaggebend ist. Da jedoch der mittlere Luftdruck für diese Zeit in den meisten Fällen nicht bestimmt werden kann, kann man, ohne sich eines grösseren Fehlers schuldig zu machen, einen mittleren Luftdruck, 760 mm zur Seeoberfläche reduziert, anwenden.

Die fünfte Spalte gibt die relativen O_2-Werte in % der Sättigung ausgedrückt, an. Diese Werte sind jedoch in hohem Grade abhängig von der jeweiligen Temperatur des Wassers und sind deshalb für Vergleiche von verschiedenen O_2-Serien nicht geeignet. Hierfür eignen sich die absoluten O_2-Werte, die von zeitweisen Temperaturverhältnissen unabhängig sind, weit besser. Ich habe deshalb die Werte für diese Defizitberechnungen nach altherkömlicher Sitte angeführt. Am besten ist ALSTERBERG's (1929) Art und Weise Sauerstoffverhältnisse auszudrücken. Er geht von dem Absorbtionskoeffizienten des Wassers zur Zeit der Frühjahrsvollzirkulation aus. Der Unterschied zwischen diesem Wert und dem gefundenen O_2-Wert, das sogenannte »absolute» Defizit, zeigt, wieviel O_2 seit der Frühjahrsvollzirkulation in dem See verbraucht worden ist, vorausgesetzt, dass der See zu dieser Zeit mit O_2 gesättigt worden ist. Das absolute Defizit wird negativ, wenn O_2 verbraucht worden ist, positiv, wenn O_2 gebildet worden ist. In den Tabellen gibt die sechste Spalte das absolute Defizit an.

Tabelle VI zeigt den O_2-Abnahme im Gösjön während der Zeit vom 19/VII—2/VIII 1929 an. Die erste Spalte gibt die Tiefe in Metern an, die zweite den O_2-Gehalt am 19/VII, die dritte am 2/VIII, die vierte den O_2-Abnahme in ccm O_2/l ausgedrückt.

Die Kurven, die mit Leitung der tabellischen Werte aufgestellt sind, zeigen die O_2- und Temperaturverhältnisse. Die gestrichelte Linie gibt den O_2-Gehalt in ccm/l an, die ausgezogene die Temperatur in °C. Die ausgezogene Linie bei 9 ccm zeigt die O_2-Menge im See beim Ende der Frühjahrsvollzirkulation, vorausgesetzt, dass der See zu diesem

Zeitpunkt O_2 bis zur vollständigen Sättigung aufgenommen hat. Das absolute Defizit ist dann 0. Wenn diese Linie als 0-Linie eingesetzt wird, kann das absolute Defizit direkt auf der O_2-Kurve abgelesen werden.

Die Karten Fig. 2—4 sind photographische Verkleinerungen von Kopien der im Schwedischen Geologischen Untersuchungsarchiv aufbewahrten Originalkarten, die von dem Staatshydrographen Fil. Dr. J. V. Eriksson ausgearbeitet sind. Auf den Karten sind Tiefenziffern und Kurven mit einer Äquidistanz von 4 Metern angegeben. Die Stellen der Probenahmen sind in Fig. 2—4 durch ein × gekennzeichnet.

5. Resultat der Untersuchung.

a. *Gensen.* Hiermit gehe ich zu einem Bericht über die Resultate über, wie sie aus den Zahlen hervorgehen. Ich will zuerst den Gensen anführen. Von diesem See ist eine einzige Serie vorhanden, die am 23. August 1929 (Lufttemp. ca. + 16° C) gemacht wurde und zu wesentlichem Teil nur aus einem Mitteprofil besteht, wo jedoch die grösste Tiefe (21 m) angetroffen wurde (Tab. I, Fig. 5). Bei der Probenahme herrschte starker südlicher Wind, was ein Entnehmen der Oberflächenprobe verhinderte, welche statt dessen an der Landzunge entnommen wurde (s. Karte Fig. 2). Hiervon ist noch eine Probe vorhanden von 3 m Tiefe, die auf dem Grunde entnommen wurde. Leider muss der Wert der Probe, die im tiefsten Profundal entnommen wurde, verworfen werden, denn hier liegt sicher eine Fehlerhaftigkeit vor, die auf falschen Ablesen beim Titrieren beruht. In diesem Falle existiert eine deutliche Sprungschicht, sowohl mit Hinsicht auf die Temperatur als auf den O_2-Gehalt. Aber bemerkenswert ist die niedrige Temperatur, die auch durchweg niedrig in dem epilimnischen Oberflächenwasser ist. In Südschweden existiert zu dieser Zeit eine Wassertemperatur die etwa 17°—18° C beträgt, während hier die Temperatur nur 15° C beträgt. Dieses Verhalten

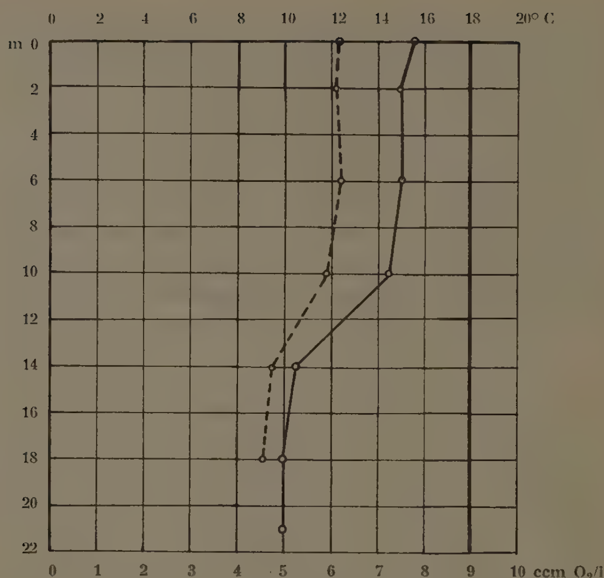


Fig. 5. Kurve über O_2- und Temperaturverhältnisse im Gensen 23/VIII 1929. O_2-Kurve - - -; Temperaturkurve —. Die starke Linie markiert den O_2-Sättigungswert 8,99.

Tabelle I.

Tiefe m	Temp. + °C	O_2	O'_2	O_2 %	Abs. Def.
2	15°	6,10	7,01	87,0	2,89
6	15°	6,20	7,01	88,4	2,79
10	14°,5	5,91	7,08	83,5	3,08
14	10°,5	4,77	7,70	61,9	4,22
18	10°	4,66	7,79	59,8	4,33
21	10°	5,04 ?	7,79	64,7 ?	3,95 ? *
0	15°,5	6,17	6,94	88,9	2,82 *
3	15°	5,99	7,01	85,4	3,00 *

Tabellarisch zusammengestellte Werte vom Gensen 23/VIII 1929. O_2 = O_2-Gehalt der Probe in ccm/l; O'_2 = O_2-Sättingungskoeffizie zur Seehöhe reduziert; Abs. Def. = Absolutes Defizit. * in der Spalte für Abs. Def. markiert, dass die Probe in Kontakt mit dem Boden entnommen ist.

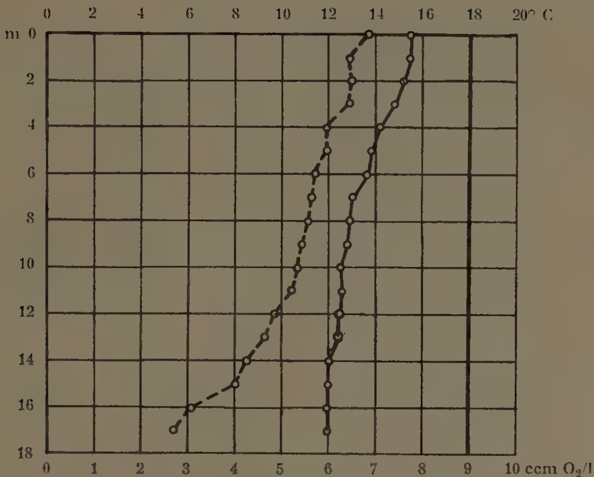


Fig. 6. Kurve über O_2- und Temperaturverhältnisse im Mellansjön 27/VI 1927. Erklärung s. Fig. 5.

stimmt vollkommen überein mit dem, was WESENBERG-LUND als charakteristisch für den nordeuropäischen Seentypus anführt. WESENBERG-LUND ist der Ansicht (1908. S. 276), dass die Temperaturen des Oberflächenwassers höchstens 12°—14° C betragen sollten, er hat aber auch darauf hingewiesen (S. 278), dass man in den südlicheren Grenzgebieten insbesondere in kleineren Gewässern, höhere Temperaturen zu erwarten hat.

Der O_2-Gehalt ist durchweg ziemlich hoch, und dies Verhalten zeigt, dass der See zu den Nahrungsarmen gehört. Dies ist von Interesse festzustellen, denn das Wasser war deutlich gefärbt von Humusstoffen. Offenbar sind diese in hohem Grade inagil und nehmen auf keine Weise an dem allgemeinen Stofwechselverlauf teil.

b. *Mellansjön.* Auch vom Mellansjön liegt nur eine einzige Serie vor, die am 27/VI 1928 gemacht wurde (Tab. II, Fig. 6). Bei der Probenahme herrschte ruhiges und klares

Tabelle II.

Tiefe m	Temp. + °C	O_2	O'_2	O_2 %	Abs. Def.
0	15°,5	6,85	6,94	98,7	2,14
1	15°.5	6,47	6,91	93,2	2,52
2	15°,2	6,50	6,98	93,1	2,49
3	14°,8	6,45	7,04	91,6	2,54
4	14°,2	5,98	7,13	83,9	3,02
5	13°,8	5,98	7,19	83,2	3,02
6	13°,7	5,78	7,20	80.3	3,21
7	13°,0	5,66	7,30	77,5	3,33
8	12°,9	5,57	7,31	76,2	3,42
9	12°,8	5,44	7,32	73,8	3,55
10	12°,6	5,39	7,38	73,0	3,60
11	12°,6	5,24	7,36	71,2	3,75
12	12°,5	4,87	7,38	66,0	4,12
13	12°,5	4,66	7,38	63,1	4,33
14	12°,1	4,24	7,44	57,0	4,75
15	12°.0	4,09	7,46	54,8	4,90
16	12°,0	3,11	7,46	41,7	5,88
17	12°,0	2,73	7,46	36,1	6,26 *

Tabellarisch zusammangestellte Werte vom Mellansjön 27/VI 1928. Erklärung s. Tab. I.

Wetter. Die Lufttemperatur war ca. 20° C. Es war bemerkenswert für diesen Fall, dass keine ausgeprägte Sprungschicht existierte, weder mit Hinsicht auf die Temperatur noch auf den O_2-Gehalt. Aber doch sinkt sowohl die Temperatur als auch der O_2-Gehalt nach dem Boden zu. Also folgen auch in diesem Fall die Änderungen dieser beiden Eigenschaften einander. Die Temperatur im epilimnischen Oberflächenwasser ist niedrig, wenn auch etwas höher als im Gensen. Es ist doch zu bemerken, dass die beiden Serien bei ganz verschiedenen Gelegenheiten festgestellt wurden. Auch ist der O_2-Gehalt in dem tiefsten Profundal ziemlich gering, aber noch so tief unten wie auf dem 15-m-Niveau ist ein hoher O_2-Gehalt vorhanden.

c. *Storsjön.* Von diesem sind zwei O_2-Serien vorhan-

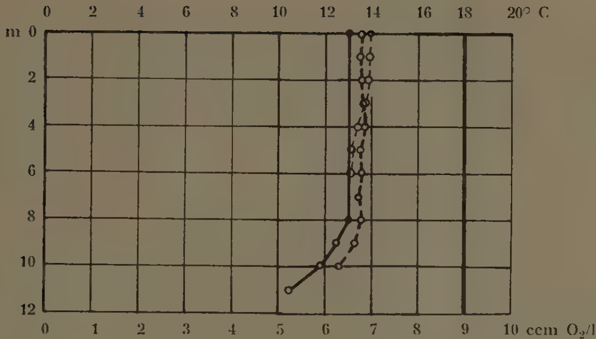


Fig. 7. Kurve über O_2-und Temperaturverhältnisse im Storsjön 20/VI 1928. Schwache Linie O_2-Kurve der nördlichen starke der südlichen Probestelle. Sonst wie Fig. 5.

Tabelle III.

Tiefe m	Mitte: Temp. + °C	O_2	O'_2	O_2 %	Abs. Def.	Nördlicher Teil: Temp. + °C	O_2	O'_2	O_2 %	Abs. Def.
0	13°	6,78	7,30	92,9	2,21	13°	6,96	7,30	95,3	2,03
1	13°	6,75	7,30	92,5	2,24	13°	6,93	7,30	94,9	2,06
2	13°	6,78	7,30	92,9	2,21	13°	6,90	7,30	94,5	2,09
3	13°	6,82	7,30	93,4	2,17	13°	6,86	7,30	94,0	2,13
4	13°	6,84	7,30	93,7	2,15	13°	6,70	7,30	91,8	2,29
5	13°	6,77	7,30	92,7	2,22	13°	6,59	7,30	90,3	2,40
6	13°	6,78	7,30	92,9	2,21	13°	6,56	7,30	89,9	2.43 *
7	13°	6,71	7,30	91,9	2,28					
8	13°	6,79	7,30	93,0	2,21					
9	12°,5	6,65	7,38	90,1	2,34					
10	11°,8	6,30	7,49	84,1	2,69					
11	10°,5	—	7,70	—	— *					

Tabellarisch zusammengestellte Werte vom Storsjön 20/VI 1929. Erklärung s. Tab. I.

den (die Stellen sind in Fig. 3 mit × bezeichnet), die eine wurde in der Mitte des Sees auf einer Tiefe von 11 Metern festgestellt, die andere auf einer Tiefe von 6 Metern (Tab.

III, Fig. 7). Beide Serien wurden am 20/VI 1928 bei klarem und ruhigem Wetter und einer Lufttemperatur von ca. 18° C bestimmt. Hier, wie in vorher behandelten Fällen, ist die Temperatur äusserst niedrig, im Oberflächenwasser 13° C, also Temperaturverhältnisse, die sehr gut zu WESENBERG-LUND's Beschreibung über den nordeuropäischen Seetypus passen. Eine Temperatursprungschicht existiert, aber diese ist nur im tiefsten Profundal des Sees zu finden.

Ebenso ist der O_2-Gehalt hoch, aber hat in Zusammenhang mit der Temperatursenkung ebenfalls eine Senkung aufzuweisen, doch ohne in dem tiefsten Profundal, in dem hier existierendem rudimentären Hypolimnion, auf besonders niedrige Werte zu sinken. Offenbar ist dieser See, wie der vorher behandelte, in hohem Grad nahrungsarm. Jedoch ist das Wasser hier wie im Storsjön stärker braun von Humus als im Gensen und Gösjön.

d. *Gösjön.* Vom Gösjön sind drei O_2-Serien vorhanden, die am 11. Juli 1928, am 19. Juli und am 2. August 1929 bestimmt wurden (Tab. IV, Fig. 8). Die Lufttemperatur war am 11. Juli 1928 ca 20° C, am 19. Juli ca 28° C und am 2. August ca 22° C. Bei der Probenahme war das Wetter klar und ruhig. Die Wassertemperatur ist auch hier niedrig. Zum mindesten muss man die Werte von Mitte Juli der beiden Jahre als besonders niedrig bezeichnen. Die relativ hohe Wassertemperatur im August 1929 kann dadurch erklärt werden, dass die Lufttemperatur Ende Juli 28°—29° C erreicht hatte. Auch im Gensen ist gelegentlich extrem hohe Oberflächentemperatur beobachtet. ERIKSSON (1920 s. 26) hat am 12/VII 1912 eine Wassertemperatur von 21°,4 C gemessen. Diese hohe Temperatur ist aber nur im der oborflächlichsten Schicht vorhanden, und schon in 6 m Tiefe ist die Temperatur 13°,8 C. Auch im Anfang Juli 1912 war das Wetter ruhig, warm und trocken. Eine typische Temperatursprungschicht existiert, worauf die Temperatur unterhalb des 10-m-Niveaus sehr langsam sinkt.

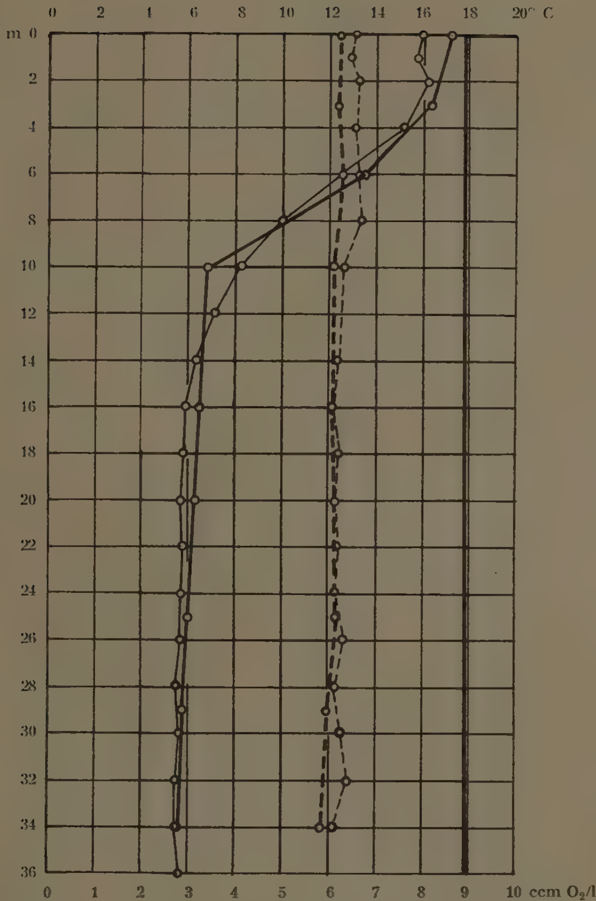


Fig. 8. Kurve über O_2- und Temperaturverhältnisse im Gösjön 19/VII 1929 und 2/VIII 1929. O_2-Kurve 19/VII - - -; O_2-Kurve 2/VIII - - -; Temperaturkurve 19/VII —; Temperaturkurve 2/VIII —. Die starke Linie markiert den O_2-Sättigungswert 8,93.

Tabelle IV.

Tiefe m.	11. VII. 28					19. VII. 29					2. VIII. 29				
	Temp. + °C	O_2	O'_2	O_2 %	Abs. Def.	Temp. + °C	O_2	O'_2	O_2 %	Abs. Def.	Temp. + °C	O_2	O'_2	O_2 %	Abs. Def.
0	14°,9	6,77	6,99	96,9	2,16	16°,0	6,54	6,83	95,8	2,39	17°,2	6,21	6,67	91,3	2,72
1	14°,9	6,84	6,99	97,9	1,99	15°,8	6,43	6,86	93,7	2,50					
2	14°,9	6,80	6,99	97,3	2,13	16°,2	6,60	6,80	97,1	2,33					
3	14°,9	6,95	6,99	99,4	1,98						16°,3	6,28	6,79	92,4	2,65
4	14°,8	7,08	6,99	101,3	1,85	15°,2	6,58	6,94	94,8	2,35					
5	14°,5	6,78	7,04	95,0	2,15										
6	13°,8	6,49	7,14	90,9	2,44	12°,5	6,65	7,33	90,7	2.38	13°,5	6,33	7,18	88,2	2,60
7	12°,2	6,65	7,38	90,1	2,28										
8	8°,3	6,47	8,05	80,4	2,46	10°,0	6,66	7,74	86,0	2,27					
9	7°,2	6,45	8,26	78,1	2,48										
10	6°,2	6,55	8,46	77,4	2,38	8°,2	6,31	8,07	78,2	2,62	6°,8	6,10	8,34	76,1	2,83
11	6°,1	6,33	8,48	74,6	2,60										
12	6°,1	6,50	8,48	76,7	2,43	7°,1	-	8,28	-	-					
13	5°,8	6,32	8,54	74,0	2,61										
14	5°,8	6,32	8,54	74,0	2,61	6°,4	6,18	8,42	73,4	2,75					
15	5°,8	6,34	8,54	74,2	2,59										
16	5°,6		8,58			5°,9	6,09	8,52	71,5	2,84	6°,5	6,06	8,38	72,3	2,87
17	5°,6	6,46	8,58	75,3	2,47										
18	5°,6		8,58			5°,8	6,20	8,54	72,6	2,73					
19	5°,6	6,29	8,58	73,3	2,64										
20	5°,5		8,60			5°,7	6,17	8,56	72,1	2,76	6°,3	6,17	8,44	73,1	2,76
21	5°,4	6,13	8,62	71,1	2,80										
22	5°,5		8,60			5°,8	6,18	8,54	72,4	2,75					
23	5°,4	5,97	8,62	69,3	2,96										
24						5°,7	6,14	8,56	71,7	2,79					
25	5°,4	6,13	8,62	71,1	2,80						6°,0	6,16	8,50	72,5	2,77
26						5°,7	6,30	8,56	73,6	2,63					
27	5°,4	6,09	8,62	70,6	2,84										
28						5°,5	6,13	8,60	71,3	2,80					
29	5°,4	6,14	8,62	71,2	2,79						5°,8	5,99	8,54	70,1	2,94
30	5°,4		8,62			5°,6	6,28	8,58	73,7	2,65					
31	5°,4	6,09	8,62	70,6	2,84										
32	5°,4	—	8,62	—	— *	5°,5	6,40	8,60	74,4	2,53					
33															
34						5°,5	6,11	8,60	71,0	2,82	5°,6	5,82	8,58	67,8	3,11 *
35															
36						5°,6	—	8,58	—	— *					

Tabellarisch zusammengestellte Werte der Mitteprofile vom Gösjön 11/VII 1928, 19/VII 1929 und 2/VIII 1929. Erklärung s. Tab. 1.

Der O_2-Gehalt ist sehr hoch, und eine Andeutung einer O_2-Sprungschicht existiert nicht. Dieses Verhalten zeigt, dass der See offenbar nahrungsarm ist, denn sonst wäre der O_2-Gehalt in der Sprungschicht gesunken. Es ist von besonderem interesse dies zu bemerken, da das Wasser deutlich braun war. Offenbar nehmen die Humussäuren in keiner Weise an dem Stoffwechsel teil. Für die Nahrungsarmut des Sees war das Vorkommen von *Holopedium gibberum* bezeichnend. Bei diesem See habe ich ausserdem eine Analyse über die Verteilung des O_2-Gehaltes im Horizontalplan nach ALSTERBERG's Methode ausgeführt. Die Lage der Profillinie ist auf der Karte (Fig. 4) von einer ausgezogenen starken Linie gekennzeichnet. Hierbei konnte ich ohne weiteres konstatieren, dass der O_2-Gehalt in der Wasserschicht draussen im freien pelagischen Wassergebiet höher war, und in unmittelbarer Nähe des Bodens auf dem selben Niveau tiefer (Tab. V, Fig. 9). Dieser Umstand zeigt, dass besonders in der Nähe des Bodens, auch in dem nahrungsarmen humushaltigen See ein lebhafter Stofwechsel existiert. Also representiert dieser See mit Hinsicht auf die Dynamik des Stoffwechsels, dieselben Verhältnisse, die ALSTERBERG schon früher konstatiert hat (1927).

Beim Vergleich der beiden O_2-Serien vom 19. Juli und 2. August (Tab. VI, Fig. 9) findet man, dass die Verminderung des O_2-Gehalts am grössten im Epilimnion (0—10 m) war, wo in der Zeit vom $^{19}/VII$ bis zum $^{2}/VIII$ ca 0,3 ccm O_2/l verbraucht worden sind. In der Schicht 10—29 m sind in derselben Zeit nur ca 0,03 ccm/l verbraucht worden, während in der Bodenschicht hingegen der Verbrauch relativ gross war (0,25 ccm/l). Aus dem grossen O_2-Verbrauch der letztgenannten Schicht geht deutlich die Bedeutung des Grundes, bei Ausbildung von O_2-Stratifikationen im einem See, hervor.

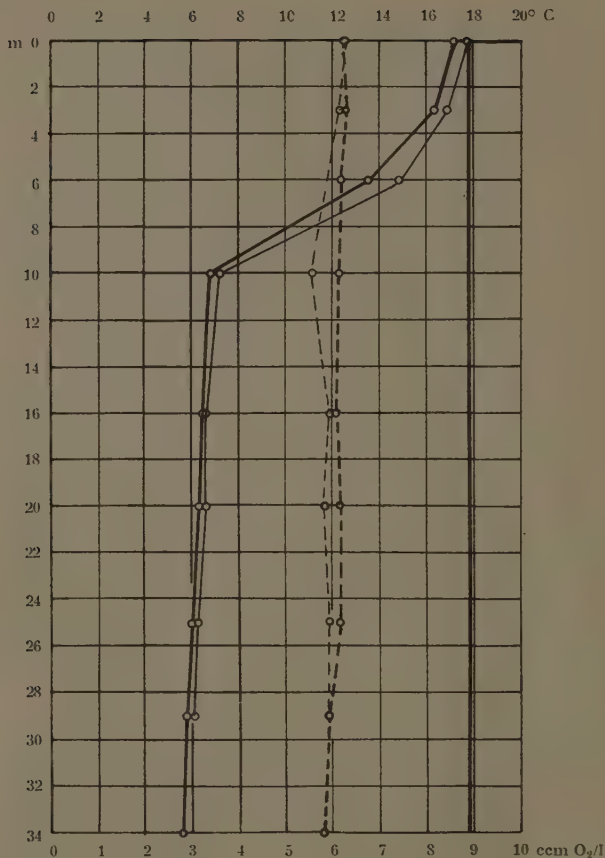


Fig. 9. Kurve über O_2-und Temperaturverhältnisse der Strand- und Mitteprofile im Gösjön 2/VIII 1929. O_2-Kurve der Mitteprofile - - -; O_2-Kurve der Strandprofile - - -; Temperaturkurve der Mitteprofile —; Temperaturkurve der Strandprofile —. Die starke Linie markiert den O_2-Sättigungswert 8,93.

Tabelle V.

Tiefe m	Mitte					Südlicher Strand				
	Temp. + °C	O_2	O'_2	O_3 %	Abs. Def.	Temp. + °C	O_2	O'_2	O_2 %	Abs. Def.
0	17,2	6,21	6,67	93,1	2,72	17,7	6,23	6,61	94,3	2,70*
3	16,3	6,28	6,79	92,4	2,65	16,8	6,15	6,72	91,5	2,78*
6	13,5	6,33	7,18	88,2	2,60	14,8	—	6,99	—	—*
10	6,8	6,10	8,34	73,1	2,83	7,2	5,57	8,26	67,4	3,36*
16	6,5	6,06	8,38	72,3	2,37	6,6	5,97	8,38	71,2	2,96*
20	6,3	6,17	8,44	73,1	2,76	6,6	5,85	8,38	69,8	3,08*
25	6,0	6,16	8,50	72,5	2,77	6,3	5,95	8,44	70,5	2,98*
29	5,8	5,99	8,54	70,1	2,94	6,1	5,96	8,48	70,3	2,97*
34	5,6	5,82	8,58	67,8	3,11*					

Tabellarisch zusammengestellte Werte der Strand- und Mitteprofile vom Gösjön 2/VIII 1929. Erklärung s. Tab. I.

Tabelle VI.

Tiefe m	19/VII 29	2/VIII 29	O_2-Abnahme
	O_2	O_2	
0	6,54	6,21	0,33
3	(6,59)	6,28	0,31
6	6,65	6,33	0,32
10	6,31	6,10	0,21
16	6,09	6,06	0,03
20	6,17	6,17	0,00
25	(6,22)	6,16	0,06
29	(6,21)	5,99	0,22
34	6,11	5,82	0,29

Tabelle über die O_2-Abnahme im Gösjön 19/VII—2/VIII 1929 (Werte aus Tab. I). Die Werte von 3, 25 und 29 m sind durch Interpolation erhalten.

e. *Allgemeine Gesichtspunkte.*

Ich will hier in aller Kürze einige der wichtigsten Resultate von den hier angeführten Temperaturbestimungen und chemischen Untersuchungen zusammenführen. Was

die Verteilung der Wassertemperaturen im Vertikalplan anbetrifft ist nur zu sagen, dass die Temperaturstratifikation von gewöhnlichem Typus, mit Sprungschicht u. s. w. ist (Aussnahme der Mellansjön). Aber was das epilimnische Oberflächen Wasser betrifft, muss als etwas besonderes hervorgehoben werden, dass die Temperatur durchweg niedrig ist.

Dieses Verhalten stimmt vollkommen mit WESENBERG-LUND's Klassifikation überein, nach welcher die Seen dem nordeuropäischen Typus angehören sollten. Doch ist die Temperatur etwas höher als die, die der Forscher als typisch für die Seen dieser Gebiete ansieht, aber andererseits ist zu bemerken, dass das Gebiet der untersuchten Seen ziemlich weit südlich liegt, und hier kommt noch hinzu, dass die Seen, obgleich sie typische Seen sind, im Vergleich zu dem Mjösen und anderen von WESENBERG-LUND angeführten Seen klein sind. NAUMANN aber meint, das WESENBERG-LUND's erwähnte Angabe über die Temperatur unrichtig sei. Er schreibt: »Was die für diese Region geltenden allgemeinen Lebensfaktoren betrifft hat sich WESENBERG-LUND eine zum Teil recht unrichtige Auffassung gebildet. - - - - Ich habe mich dazu veranlasst gefühlt diese Unrichtigkeit besonders hervorzuheben, da sie nämlich auch eine Frage von ziemlich grosser Bedeutung für einige der folgenden Darstellungen berührt.»[1] (NAUMANN 1917 S. 69). NAUMANN meint, dass die Oberflächentemperatur hoch sei und führt einige einfache Werte für sehr kleine Seen an, die in Västmanland liegen, einem Gebiet südlich von Dalekarlien, also noch näher der Grenzlinie des baltischen Seengebietes. Für diese Fälle gilt indessen: »The conditions offered the organisms by the real lakes and the small ponds and pools

[1] »Angående de för denna region gällande allmänna lifsfaktorerna har emellertid WESENBERG-LUND bildat sig en delvis ganska oriktig uppfattning. - - - - Jag har funnit mig böra särskildt påpeka denna oriktighet, då den nämligen äfven angår en fråga af ganska stor betydelse för vissa af de följande utredningarna».

differ greatly; in the latter especially the variations in temperature are very great, principally in spring. There is therefore a very considerable differance between the fauna and flora of the pools and the large lakes, especially in the southern parts of the zone. There is however but little information on these matters as yet» (WESENBERG-LUND l. c. S. 278). Die Ursache der niedrigen oberflächentemperatur der von mir untersuchten Seen kann nicht in dem durch den Holztransport hinzugeführten Wasser zu suchen sein, denn teils wird der Gösjön nicht hiervon berührt, teils hatte der Holztransport, was die anderen Seen betrifft, im Frühjahr zur Zeit des Hochwassers nach der Schneeschmelze stattgefunden, wonach fast kein Wasser zu den Seen fliesst.

Betreffend den O_2-Gehalt der Seen ist zu bemerken, dass dieser, trotz reichem Vorhandensein von Humussäuren, hoch ist. Also gehören die Seen zu dem nahrungsarmen Typus. Hier will ich hinzufügen, dass meine Untersuchungen über die Dynamik der chemischen Schichtung, die von ALSTERBERG (1927, 1928) dargelegten fundamentalen Gesichtspunkte in jeder Hinsicht bestätigen. Vor kurzer Zeit hat auch RIIKOJA durch eine besondere Untersuchung gezeigt, dass die von ALSTERBERG dargelegten Resultate einer wissenschaftlichen Prüfung stand halten, während hingegen frühere Ansichten in dieser Frage nach RIIKOJA's Meinung ziemlich haltlos zusammengefügt sind.

5. Weitere kritische Gesichtspunkte.

Die Bedeutung der Bodenmorphologie glaubt THIENEMANN erfasst zu haben (1927, 1928). Es ist doch zu bemerken, dass seine Abhandlungen über diese Verhältnisse weit später zu stande gekommen sind als ALSTERBERG's schon 1922 veröffentliche Abhandlung, in der die Bedeutung des Problems vollkommen klargelegt worden ist. Man hätte auch verlangen können, dass THIENEMANN auf eine andere Weise, als wie geschehen ist, zu den in ALSTERBERG's Ab-

handlung in betreffender Hinsicht dargelegten Gesichtspunkten, hätte verstehen müssen Stellung zu nehmen (ALSTERBERG 1922 S. 19 ff. und 117). Für THIENEMANN zeigt sich nämlich die »Mikroschichtung» als ein seine Berechnungen komplizierender Umstand, während sie in Wirklichkeit das primäre Verhalten ist, damit man die Bedeutung der Bodenmorphologie richtig versteht. Hier will ich noch dazu auf die Mangelhaftigkeit seines »Urmaterials», auf das er seine Berechnungen aufbaut, hinweisen. Auf S. 148 (THIENEMANN 1928) führt er die morphometrischen Werte für den Furesee an:

Areal der Isobathenflächen	Maximaltiefe 36 m. Volumen		Mittl. Tiefe 11,7 m. Volumen in % des Gesamtvolumens:
0 m 11,52 km²	0—10 m 80,9 . 10⁶ m³	=	60 %
10 m 5,09 km²	10—20 m 41,5 . 10⁶ m³	=	31 %
20 m 3,27 km²	20—30 m 11,3 . 10⁶ m³	=	9 %
30 m 0,39 km²	Total 133,7 . 10⁶ m³	=	100 %

Ich habe diese Werte nach der auf S. 147 angegebenen Formel umgerechnet und dabei folgende Werte gefunden:

Volumen		Mittlere Tiefe 12,1 m. Volumen in % des Gesamtvolumens:
0—10 m 80,9 . 10⁶ m³	=	58,1 %
10—20 m 41,5 . 10⁶ m³	=	29,8 %
20—30 m 16,0 . 10⁶ m³	=	11,5 %
30—36 m 0,8 . 10⁶ m³	=	0,6 %
Total 139,2 . 10⁶ m³	=	100,0 %

S. 157. In der Tabelle findet man 175,4 % als relativen O_2-Wert. Die Berechnung ergiebt 139,4 %.

Man fragt sich inwieweit solche Berechnungen sich mit der folgenden Angabe des Verfassers vereinigen lässt (S. 21): »Die z. T. umständlichen Berechnungen sind mit grösster Sorgfalt[1] durchgeführt worden.» Auf alle Fälle hätte er versuchen müssen, die Diskrepansen der Resultate in seinen Berechnungsmethoden zu finden, und nicht wie

[1] Gesperrt von THIENEMANN!

z. B. betreffend den Furesee in den von Brönsted und Wesenberg-Lund (1911) angewandten analytischen Methoden (vgl. Thienemann 1928 S. 64). Es ist klar, dass die in der Abhandlung angeführten Berechnungen, die auf solchem Urmaterial beruhen, nicht zuverlässig sind. Ausserdem kommen auch hier Fehler vor, und dazu ist zu bemerken, dass die angewandten Berechnungsmethoden keinesfalls über jede Kritik erhaben sind.

Es ist mir eine besondere Freude an dieser Stelle Herrn Professor H. Kylin, Lund, für seine Generosität mich mit den nötigen Utensilien für meine Untersuchungen zu versehen, meinen ergebensten Dank auszusprechen. Dem Staatshydrographen Fil. Dr. J. V. Eriksson danke ich für das wertvolle Kartenmaterial und für seine Güte beim Korrigieren meines Manuskriptes. Ausserdem bin ich »Korsnäs Sågverks A.-B.» Dank schuldig für das Überlassen des Arbeitsplatzes. Schliesslich will ich meinen Kameraden, die mir als Mithelfer zur Seite standen, meinen Dank aussprechen.

Lund, Botanisches Laboratorium der Universität, November 1929.

Literaturverzeichnis.

Alsteeberg G.: Die respiratorischen Mechanismen der Tubificiden. Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd. 18, Nr 1, 1922.

—: Über Jodidanalyse und neue Einstellungsmethoden für Permanganat- und Hyposulfitlösungen. Biochem. Zeitschrift. Bd. 166, 1925.

—: Die Winklersche Bestimmungsmethode für in Wasser gelösten, elementaren Sauerstoff sowie ihre Anwendung bei Anwesenheit oxydierbarer Substanzen. Biochem. Zeitschr. Bd. 170, 1926.

—: Die Sauerstoffschichtung der Seen. Botaniska Notiser, Lund 1927.

—: Neue Beiträge zur Sauerstoffschichtung der Seen. Gleerupska Univ.-Bokhandeln, Lund, 1928.

—: Über das aktuelle und absolute O_2-Defizit der Seen im Sommer. Botaniska Notiser 1929.

Birge, E. A. och Juday, C.: The inland lakes of Wisconsin, the dissolved gases of the water and their biological significance. Wisconsin

geological and natural History Survey Bull. no. 22, Sc. Series no. 7. Madison 1911.

— —: A limnological Study of the Finger Lakes of New York. Bull. Bureau of Fisheries Vol 32, 1912.

Brönsted, J. N. u. Wesenberg-Lund, C: Chemisch-physikalische Untersuchungen der dänischen Gewässer. Internat. Revue der ges. Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 4, 1911—1912. Abhandlung publiziert 1911.

Eriksson, J. V., Isläggning och islossning i Sveriges insjöar. (Resumé in französisch.) Medd. fr. Statens Met.-Hydr. Anst. Bd 1. N:o 2. 1920.

Forel, F.-A.: Le Léman; Monographie limnologique. T. 2. Lausanne 1895.

Minder, L.: Studien über den Sauerstoffgehalt des Zürichsees. Arch. f. Hydrobiol. Suppl.-Bd. 3, 1924.

Naumann, E.: Undersökningar öfver fytoplankton och under den pelagiska regionen försiggående gyttje- och dybildningar inom vissa syd- och mellansvenska urbergsvatten. (Zusammenfassung in deutsch). Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar Bd. 56, No 6, 1917.

Riikoja, H.: Über die sommerliche Sauerstoffschichtung in den eutrophen Seen (In estnisch mit ausfürlicher Resumé in deutsch.). Tartu Ülikooli juures oleva Loodusuurijate Seltsi aruandest. Bd. 35, Tartu 1929.

Sahlström, K. E.: Förteckning över lodade sjöar i Sverige. Sveriges geologiska Undersökning Ser. C. N:o 273. Årsbok 9. N:o 9, 1915.

Samuelsson, G.: Untersuchungen über die höhere Wasserflora von Dalarne. Svenska Växtsociologiska Sällskapets Handlingar. 9. 1925.

Thienemann, A.: Physikalische und chemische Untersuchungen in den Maaren der Eifel. Teil II. Verhandlungen des naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande und Westfalens. 71. Jahrg. 1914.

—: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen. Arch. f. Hydrobiol. Bd 12, 1920.

—: Der Bau des Seebeckens in seiner Bedeutung für den Ablauf des Lebens im See. Verhandl. Zool. Bot. Ges. Wien. Bd. 77, 1927.

—: Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. In: Die Binnengewässer Bd. 4, 1928.

Wesenberg-Lund, C.: Plankton Investigations of the Danish Lakes. Danish Freshwater Biological Laboratory: Op 5, 1908.

Die Tiefenkarten Fig. 2, 3 und 4 sind Kopien von im Sveriges Geologiska Undersöknings Arkiv aufbewahrte Originalkarten, die von Staatshydrographen J. V. Eriksson ausgearbeitet sind.

Botaniska Notiser 1929, Lund 1929.

Biologische Untersuchungen in einigen Seen im Aneboda-Gebiet.

Von Georg Lönnerblad.

Die optischen Verhältnisse in natürlichen Gewässern sind seit langem Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Diese sind indessen so gut wie ausschliesslich auf klare Alpenseen oder Tieflandseen begrenzt gewesen, während die durch Humus gefärbten Gewässer fast gänzlich unbeachtet geblieben sind.

Schmidt (1908) hat auf theoretischen und experimentellem Wege gezeigt, dass die Sonnenstrahlung zu einem grossen Teil nicht in das Wasser eindringt sondern von der Oberfläche reflektiert wird. Das Verhältnis zwischen reflektierter und eindringender Strahlungsenergie wechselt mit der Sonnenhöhe. Vertikal einfallendes Licht wird nur zu 2 % reflektiert. Mit zunehmendem Einfallswinkel nimmt auch die Reflexion zu. Zu Beginn geschieht dies langsam, bei 60° Einfallswinkel werden 6 % reflektiert, aber bei grösseren Einfallswinkeln nimmt dies zu. Bei 70° werden 13.35 % reflektiert, bei 80° 37.8 % und bei 90° 100 %. Berücksichtigt man ferner die im Laufe des Tages wechselnde Sonnehöhe und die als Folge dessen variierenden Reflexionsverhältnisse, findet man, dass ein am Äquator gelegener See theoretisch 4.5 % der im Laufe des Tages zugeführten Strahlung verliert. Der entsprechende Wert für Südschweden beträgt ca. 15 %.

Meine Untersuchungen über die Lichtverhältnisse in Humuswasser sind im Anebodagebiet ausgeführt, das im småländischen Hochland, 57°8 nördl. Breite, gelegen ist (siehe Generalstabskarte Nr. 20, Växjö). Die am in Rede

Zeit	Sonnenhöe	Reflexion in Prozent
21. März	32° 52	6
21. Juni	56° 22	4,5
21. September	32° 52	6
21. Dezember	9° 22	39

stehenden Ort während des Jahres wechselnden Sonnenhöhen bzw. Grössen der Reflexion gehen aus untenstehender Tabelle hervor.

Das nicht von der Oberfläche reflektierte Licht dringt ins Wasser ein, wird aber zum grössten Teil schon in den obersten Wasserschichten resorbiert. Die Grösse der Absorption wechselt für Licht von verschiedener Farbe mit zunehmendem Absorptionskoeffizienten für steigende Wellenlänge.

Bei Laboratoriumversuchen mit reinem Wasser ist festgestellt worden (Schmidt 1908), dass rotes Licht mit einer Wellenlänge von 0.658 μ, gelbes von 0.590 μ und blaugrünes von 0.497 μ eine Wasserschicht von 3, 11 bzw. 247 Meter durchdringen müssen, um auf ein Drittel ihrer ursprünglichen Intensität abgeschwächt zu werden. Da die angeführten Zahlen indessen für ein chemisch reines Wasser gelten, wird man in einem natürlichen Wasser infolge in denselbem vorkommenden Suspensionen ganz andere Absorptions- und Reflexionsverhältnisse antreffen. Das Wasser muss, wie sich schon hieraus ergeben dürfte, in bezug auf seine Durchsichtigkeit erheblichen regionalen und temporären Variationen ausgesetzt sein und kann auch im gleichen Seebecken Schwankungen aufweisen. Der Faktor, der für die Transparenz des Wassers in erster Linie ausschlaggebend ist, ist seine Farbe. Die Durchsichtigkeit des Wassers nimmt zu je mehr seine Farbe ins Blaue geht und nimmt gegen Gelb und Braun ab. Die Transparenz ist also in erster Linie von den im Wasser vorhandenen Suspensionen organischer oder unorganischer Natur abhängig. Hierzu kommt

eine Anzahl äusserer Faktoren ausser der Sonnenhöhe, die für die optischen Verhältnisse des Wassers von Bedeutung sind. Hierher sind zu rechnen die Bewölkung zur Zeit der Beobachtung sowie die herrschenden Wind- und Niederschlagsverhältnisse.

Methodisches.

Die Methoden zur Feststellung der Lichtverhältnisse als ökologischen Faktor sind gewöhnlich photographische (LUNDEGÅRDH 1923) oder biologische (RUTTNER 1924). Die photographische Lichtmessung gründet sich bekanntlich darauf, dass die Schwärzung einer Halogensilberschicht in Beziehung zur Dauer und Intensität der Belichtung steht. Die Methode gibt gute relative Werte, es ist mit ihr aber leider nicht möglich die assimilatorisch wirksamen Strahlen, d. h. Strahlen mit einer 0.600 μ übersteigenden Wellenlänge genau zu bestimmen. Auch wenn man es bis zu einer starken Schwärzung kommen lässt, können diese biologisch wichtigen Strahlen nur teilweise zu ihrem Recht gelangen. Da das direkte Sonnenlicht und das diffuse Licht auf das Halogensilber verschieden stark einwirken, muss eine Milchglasscheibe verwendet werden um das Licht gleich diffus zu machen. Bei meinen Untersuchungen habe ich einen Eder-Hechtschen Graukeilphotometer mit einer Keilkonstante von 0.305 benutzt. Als lichtempfindliches Material wurde Gaslichtpapier Mimosa verwendet. Die Exponierungszeit betrug bei klarem Himmel 5 Minuten, bei bewölktem 15. Bei bewölktem Himmel ist die diffuse Beleuchtung bekanntlich sehr schwankend, weshalb mit den Exponierungen im Wasser immer gleichzeitig Kontrollexponierungen in der Luft vorgenommen wurden. Zum Vergleich mit diesen photographischen Bestimmungen wurden parallel einige Bestimmungen mit der biologischen Methode ausgeführt. Die Versuchsaufstellung war die hierbei gebräuchliche. Flaschen mit algenhaltigem Wasser wurden in verschiedene Tiefe versenkt. Zu Beginn und zu

Ende des Versuches wurde die Reaktion des Versuchswassers festgestellt und die O_2-Verhältnisse mit der modifizierten Winklermethode (ALSTERBERG 1926) ermittelt.

Die äusseren Bedingungen der Kohlensäureassimilation.

Die für die Assimilation der Wasserpflanzen vor allem ausschlaggebenden Faktoren sind die Menge vorhandener CO_2, die Temperatur und das Licht. Die Pflanzen verbrauchen bei ihrem Wachstum den im Wasser vorhandenen Kohlenstoff von sowohl organischer wie unorganischer Natur. Kohlenstoff wird dem Wasser hauptsächlich durch den Zerfall toter Pflanzen und Tiere sowie durch die respiratorischen Prozesse der lebenden Organismen zugeführt. Nur wenn die freie Kohlensäurekonzentration des Wassers weniger als 0.6 mg CO_2 per Liter beträgt erfolgt eine Aufnahme von CO_2 aus der Atmosphäre. Im Wasser finden also zwei Prozesse von einander entgegengesetzter Natur statt. Bei der Atmung der Tiere wie auch einiger Pflanzen erfolgt eine Aufnahme von O_2 und gleichzeitig eine Abgabe von CO_2. Andererseits nehmen die grünen Pflanzen bei ihrer Assimilation CO_2 unter Abscheidung von O_2 auf. Diese letztere Reaktion ist bekanntlich vom Licht abhängig, weshalb am Tage die Bildung von O_2 dominiert, während bei Nacht der entgegengesetzte Prozess stattfindet.

Hinsichtlich der thermischen Verhältnisse in unseren natürlichen Gewässern pflegt man zu unterscheiden Stagnationsperioden: in denen das Wasser von der Oberfläche gegen den Grund eine thermische Schichtung, also verschiedene Temperaturen zwischen näher der Oberfläche und tiefer liegenden Wasserschichten aufweist, sowie Zirkulationsperioden wo diese Schichtung aufgehoben und die ganze Wassermasse annähernd homotherm ist. Zur Zeit der Ausführung der hier behandelten Versuche, August 1928, waren die Temperaturdifferenzen zwischen Oberflächen- und Grundwasser durch die herrschenden meteorologischen Verhältnisse fast ganz ausgeglichen, der Unter-

Fiolen. 14. Aug. 1928.

Tiefe m	Intensität des Tageslichtes, I	Intensität des Lichtes im Wasser, i.	Verhältnis i : I, I = 1.
0.15	15.99	8.960	0.556
0.5		4.477	0.278
1		3.358	0.208
2		2.398	0.149
3		1.919	0.119
4	16.16	1.263	0.078
5		0.886	0.055
6		0.485	0.030
7		0.081	0.005
8	16.16		

Stråken. Regen 19. Aug. 1928.

Tiefe m	Intensität des Tageslichtes, I	Intensität des Lichtes im Wasser, i.	Verhältnis i : I, I = 1.
0.15	1.20	0.172	0.143
0.5	1.56	0.071	0.045
1	1.27	0.042	0.033
2	1.74	0.026	0.015

Stråken. 13. Aug. 1928.

Tiefe m	Intensität des Tageslichtes, I	Intensität des Lichtes im Wasser, i.	Verhältnis i : I, I = 1.
0.15	14.61	3.716	0.254
0.5		3.378	0.231
1		2.414	0.165
2		1.478	0.101
3	14.38	1.082	0.074
4		0.980	0.067
5		0.337	0.023
6	14.87	0.029	0.002

Frejen. 13. Aug. 1928.

Tiefe m	Intensität des		Verhältnis i : I, I = 1.
	Tageslichtes, I	Lichtes im Wasser, i.	
0.15	13.85	0.685	0.050
0.5		0.410	0.030
1		0.219	0.016
2		0.068	0.005
2.5	13.51	0.000	0.000

schied betrug nur 0.8°. Zu sämtlichen Versuchen wurde Oberflächenwasser vom See Stråken verwendet, weshalb in allen Versuchen zu Beginn auch stets die CO_2-Menge dieselbe war und nur das Licht einen variierenden Faktor darstellte. Die Versuche wurden, in bezug auf die Lage des Humusstandards, in den verschiedenen Seentypen des Gebietes ausgeführt. Dieser variiert vom Oligo- bis zum Polytypus und kann innerhalb des gleichen Seebeckens je nach der verschiedenen Humuszufuhr des Sees beträchtliche lokale Schwankungen aufweisen. Die Versuche wurden an Tagen mit schönem Wetter und bei ruhiger Wasseroberfläche ausgeführt. Für den See Stråken liegen eine Anzahl Untersuchungen bei und nach starkem Niederschlag vor.

Wie aus den Tabellen hervorgeht, wird die Lichtabsorption umso grösser, je mehr sich der Humusstandard dem Polytypus nähert. In reinem Wasser werden von einer 1 m mächtigen Wasserschicht etwa 53 % absorbiert. Von den hier untersuchten Fällen hatte in einem klaren Urgebirgswasser (See Fiolen) eine Wasserschicht von der gleichen Mächtigkeit etwa 80 % absorbiert, während in einem stark von Humus gefärbten Wasser (See Frejen) unter im übrigen gleichen Bedingungen die Absorption 98 % der in der Luft herrschenden Lichtintensität betrug. Infolgedessen wechselt natürlich die Grenze für das Herabdringen des Lichtes. In den von mir untersuchten Fällen lag die untere Grenze bei 7 bzw. 2 m. Bei trübem Wetter, wo die

Lichtintensität der Luft oft bis zu ein Zehntel der bei vollem Tageslicht sinken kann, werden natürlich gleichzeitig die Lichtverhältnisse im Wasser, wenn auch im gleichem Grade, geändert. Die Grenze für das Durchdringungsvermögen des Lichtes liegt in einem beträchlich höheren Niveau, aber die in den oberen Wasserschichten herrschenden Lichtmengen stehen nicht im gleichen Verhältnis zum einfallenden Licht wie bei voller Sonnenbestrahlung. Ein starker Niederschlag wirkt auch in einer anderen Weises. In Seen, besonders dort wo ihre Humuszufuhr stattfindet, erfolgt bei Regen eine starke Einschwemmung von Humusstoffen, der zufolge eine lokale Braunfärbung entstehen kann, die einen bis mehrere Tage bestehen bleiben kann.

Lichtmessungen mit der oben angegebenen Methode sind bisher leider noch nicht während des Winters ausgeführt worden. Nordquist (1910) teilt einige Bestimmungen der Transparenz im See Stråken während des Winters mit. Das Eis, das bei dieser Gelegenheit 47 cm dick war, wurde von einer 12 cm mächtigen Schneeschicht bedeckt. Die Transparenz betrug hierbei 2.74 m, was nur 0.47 m weniger als die im Juni herrschende ist. Die Bestimmung der Transparenz gibt allerdings keine Werte, die mit den bei Benützung der photographischen Methode erhaltenen direkt vergleichbar sind, aber die Untersuchung zeigt, dass die Lichtverhältnisse im Wasser zu verschiedenen Jahreszeiten bei maximaler Sonnenhöhe keine auffallenden Abweichungen aufweisen. Die Ursache hierfür ist darin zu suchen, dass das Wasser während des Winters, wie bekannt, viel klarer ist als im Sommer, wo es von Plankton und Schlamm getrübt wird. Da das Eis in Südschweden selten dicker als 0.5 m wird und die Schneedecke 0.2 m beträgt, kann man voraussetzen, dass das Vermögen der Lichtes in die Tiefe zu dringen nur unbedeutend vermindert wird. Die gesamte Strahlungsenergie, die dem See während des Tages zugeführt wird, wird natürlich im Winter infolge der niedrige-

ren Sonnenhöhe und der damit verknüpften kürzerer Tageslänge geringer sein.

Versuche mit vegetationsgefärbtem Wasser.

Parallel mit den auf photographischem Wege ausgeführten Bestimmungen der Lichtverhältnisse in oligotrophem Wasser wurde auch mit der biologischen Methode die Grenze für das Herabdringen des Lichtes festgestellt. Flaschen wurden mit einem reichen Chlamydomonasplankton (196000 per ccm) beschickt und in verschiedene Tiefe versenkt. Die Kulturversuche dauerten etwa 24 Stunden, warauf die Menge O_2 bestimmt wurde.

Wie aus den Tabellen hervorgeht, erhält man bei Verwendung der photographischen Methode andere Grenzen für das Herabdringen des Lichtes. Die Versuche mit den Algen zeigen demnach, dass das für die Algen aktive Licht nicht in die gleiche Tiefe herabdringt wie das photographisch wirksame. In einem Klaren Wasser (See Fiolen) konnte die Produktion von Sauerstoff nicht bei grösserer Tiefe als 4 Meter stattfinden, obgleich Licht mit der photographischen Methode noch bei 7 m nachweisbar gewesen ist. Im See Stråken, wo die photographisch wirksamen Strahlen in einer Tiefe von 6 Metern nachweisbar waren, wurde in einer Tiefe von mehr als 3 Meter kein Sauerstoff produziert. Bei der Ausführung von Versuchen wie diese ist indessen zu beachten, dass keine zu hohe Algenkonzentration verwendet wird. Laut Lovén (1891) nimmt die Lebhaftigkeit der Atmung ab, je mehr Algenmaterial man benutzt. Bei einer geringen Wassermenge im Verhältnis zum Algenmaterial findet eine starke Herabsetzung des O_2-gehaltes statt, der seinerseits auf die Atmungsintensität vermindert einwirkt.

Betrachtet man die O_2-Produktion in verschiedenen Niveaus, findet man, dass diese hinsichtlich der Proben von 1 m Tiefe und mehr mit der Lichtabsorption parallel geht. Die Proben von der Oberfläche zeigen dagegen eine ver-

Fiolen 12. VIII. 1928.

Tiefe m.	Temp °C.	Menge		δ	pH
		O_2	O'_2		
0	17.4	11.74	6.63	5.11	7.8
1	17.0	13.06	6.68	6.38	7.6
2	17.0	11.05	6.68	4.37	7.6
3	17.0	10.80	6.68	4.12	7.6
4	16.8	7.14	6.71	0.43	7.5
5	16.6	4.59	6.74	—2.15	7.5
6	16.6	0.14	6.74	—6.60	7.0

Versuchszeit 24 Stunden.

Stråken. 12. VIII. 1928.

Tiefe m.	Temp. °C.	Menge		δ	pH
		O_2	O'_2		
0	17.2	9.85	6.65	3.20	7.8
1	17.0	10.75	6.68	4.07	7.6
2	16.5	10.54	6.75	3.79	7.6
3	16.5	10.32	6.75	3.57	7.6
4	16.5	3.89	6.75	—2.86	7.5
5	16.4	1.57	6.76	—5.19	7.0
6	16.4	0.00	6.76	—6.76	6.8

Frejen. 12. VIII. 1928.

Tiefe m	Temp. °C.	Menge		δ	pH
		O_2	O'_2		
0	17.5	8.41	6.62	1.79	7.4
1	17.4	4.74	6.63	—1.89	7.4
2	17.0	4.11	6.68	—2.49	7.4
2.5	17.0	1.10	6.68	—5.58	7.1

Versuchszeit 24 Stunden.

Kontrollversuch. 12. VIII. 1928.

	Temp. °C.	Menge		δ	pH
		O_2	O'_2		
Im Licht	18.2	13.06	6.51	6.55	8.1
Im Dunkel	12.3	0.00	7.39	—7.39	6.4

Versuchszeit 24 Stunden.

minderte O_2-Produktion. In dieser Schicht fand ja bekanntlich die grösste Lichtabsorption statt, aber dessenungeachtet wurde die O_2-Produktion hintangehalten. Wie schon früher hervorgehoben wurde, ist die Intensität der Sonnenstrahlung in einem gegebenen Zeitpunkt eine Funktion der Sonnenhöhe, die, abgesehen von den täglichen Variationen, eine Jahresperiodizität aufweist. Bei den Lichtverhältnissen, die bei klarem Wetter während der Versuchszeit herrschten, hatten diese Algen ihr Lichtoptimum in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche und nicht in derselben, wo die Beleuchtung maximal war. Die Lage dieses Lichtoptimus ist zu einer gegebenen Zeit nicht fix, sondern wandert bei trübem Wetter hinauf gegen die Oberfläche. Eine entsprechende Erscheinung findet man auch im Herbst infolge der da herrschenden niedrigeren Sonnenhöhe und der gleichzeitig geringeren Tageslänge. Der Kompensationspunkt, d. h. die Lichtintensität wo Assimilation und Atmung einander Gleichgewicht halten, lag hier während der Versuchszeit in einer Tiefe mit einer Lichtintensität von 7—8 % des vollen Tageslichtes bei klarem Wetter und maximaler Sonnehöhe, d. h. in einem gelben und klaren Wasser bei 3 bzw. 4 Meter Tiefe. Die Lage des Kompensationspunktes variiert indessen je nach der Lage der Lichtintensität die der Oberfläche zugeführt wird, sowie der Sonnenhöhe und ausserdem der Temperatur des Wassers, indem eine Steigerung der letztgenannten Faktors den Kompensationspunkt gegen höhere Lichtintensität verschiebt. Die Lage desselben in einem gegebenen Zeitpunkt wird also ganz von

äusseren Faktoren bestimmt. Untersuchungen der Assimilationsbalanz zu verschiedenen Jahreszeiten sind nicht ausgeführt worden, da aber die Versuche den Spätsommer mit seiner verhältnismässig geringen Sonnenhöhe und kurzen Tageslänge betreffen, ist zu vermuten, dass der Kompensationspunkt gleichwie das Assimilationsoptimum unter günstigeren Bedingungen in grösserer Tiefe liegen kann. Hierzu kommt noch ein anderer Umstand. Die hier angeführten Zahlen gelten für klares Wetter. Für trübes Wetter konnte dagegen durch einige vorgenommene Bestimmungen gezeigt werden, dass eine erhebliche Verschiebung des genannten Balanzpunktes nach oben stattfindet.

Der Umstand, dass die optimale Assimilation nicht bei maximaler Beleuchtung stattfindet, hat zur Annahme geführt, dass das Phytonanoplankton in dieser Hinsicht eine Schattenflora repräsentiert. Ruttner (1926) hat hervorgehoben, dass dies auch für höher organisierte submerse Pflanzen gelten sollte. Wenn im Frühjahr bei erhöhter Tageslänge und zunehmender Sonnenhöhe das Lichtoptimum überschritten wird, wandern die Algen also herab in die Schicht mit optimaler Belichtung, um im Herbst wiederum nach oben zu wandern. Diese Erscheinung dürfte mit der in der Literatur zuweilen erwähnten Zunahme der Durchsichtigkeit des Wassers während der Sommerstagnation in Zusammenhang gesetzt werden können. In seichten Wasseransammlungen und Versuchsgefässen habe ich auch Gelegenheit gehabt zu beobachten, dass die Sauerstoffproduktion während des Sommers wechselt, indem die O_2-Menge per Liter Wasser um Mittsommer geringer war als im Spätsommer. Die Temperatur des Wassers war beidemale etwa dieselbe, weshalb die reduzierenden Prozesse, die in natürlichen Wässern besonders amGrund stattfinden, mit gleicher Intensität verlaufen sein dürften. Das gleiche Resultat wurde auch bei einem im Zusammenhang hiermit ausgeführten Versuch erhalten. Eine Kultur von *Chlamydomonas* wurde zu gleichen Volumen auf zwei Glasgefässe von gleicher Form

verteilt und überdeckt, doch so dass die Luft freien Zutritt hatte. Im einen Gefäss wurden die Wände und der Deckel paraffiniert. Da bei grösserer Lichtmenge die Assimilation mehr von der Temperatur als von der Lichtintensität reguliert wird, wurden die beiden Versuchsgefässe am Seestrand an windgeschützter Stelle in seichtes Wasser gesetzt, um die Temperatur in beiden Gefässe gleich zu halten. Die Gefässe wurden 10 Stunden dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt. Bei quantitativer Bestimmung des Sauerstoffes enthielt die am stärksten belichtete Probe 6.27 ccm O_2 per Liter, während die überdeckte 6.66 ccm also um 0.39 ccm mehr enthielt.

Diese Erscheinung hinsichtlich der O_2-Produktion eines Pflanzenplanktons bei verschiedenen Belichtungsintensitäten dürfte mit der täglichen Sauerstoffvariation in natürlichen Gewässern in Zusammenhang gebracht werden können. In der Literatur findet man Angaben über tägliche Variation von Temperatur und Sauerstoff, sowie über Verschiedenheiten die in bezug auf Teichen mit verschieden hoher Planktonfrequenz anzutreffen sind. In einem Teich mit geringen Mengen von Phytoplankton folgen die Temperatur- und Sauerstoffkurven einander mit in die Tiefe abnehmender Amplitüde. Die Oberflächenkurven zeigen ein Minimum nach Mitternacht und ein Maximum unmittelbar nach Mittag. In einem Teich mit hoher Planktonfrequenz dagegen ist in einiger Tiefe die gleiche Parallelität wie im vorigen Fallen vorhanden, betrachtet man aber die für die Oberflächenschichten geltenden Kurven, so gibt es einen bestimmten Unterschied, indem das Sauerstoffmaximum später als das Temperaturmaximum auftritt. Eine Erklärung dieser Erscheinung habe ich in der Literatur nicht gefunden. In einigen von mir untersuchten Fällen habe ich den gleichen Verlauf in bezug auf die Tageskurven feststellen können. Das Ergebnis einer derartigen Untersuchung ist unten graphisch dargestellt.

Die Ursache der Unterschiede hinsichtlich der Sauer-

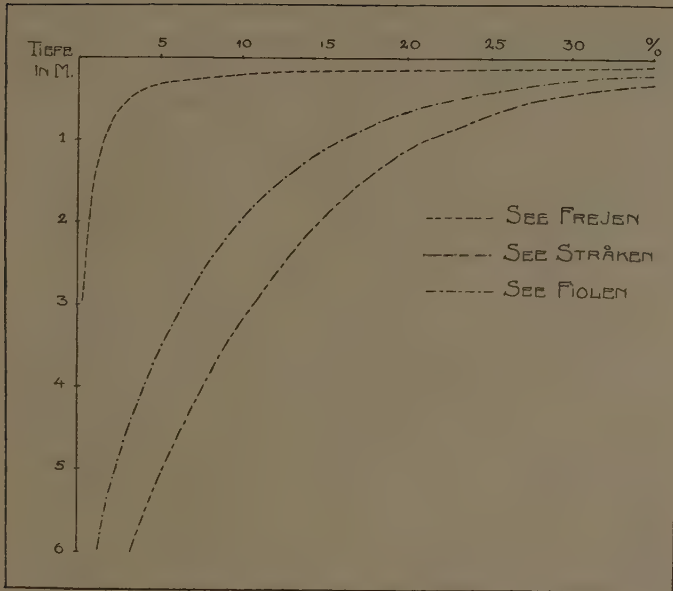


Fig. 1. Lichtabsorption in oligo- bis dystrophen Seen.

stoffverhältnisse der beiden Teiche will ich gerade in dem oben angeführten Zusammenhang der O_2-Produktion mit den Temperatur- und Lichtverhältnissen suchen. Bei hoher Algenfrequenz findet die maximale O_2-Produktion nicht bei höchstem Sonnenstand und bei erreichtem Temperaturmaximum statt, sondern etwas später, wenn die Belichtung schwächer geworden ist. Dass ein entsprechendes Maximum nicht vor Mittag bei gleicher Sonnenhöhe eintrifft, beruht darauf, dass das Wasser bei erwähnter Gelegenheit nicht hinreichend erwärmt worden ist. Hier ist also die Temperatur der regulierende Faktor. In geringer Tiefe unter der Oberfläche dagegen, wo die Belichtung schwächer ist, besteht volle Parallelität zwischen den Kurven und es macht sich kein Einfluss begrenzender Faktoren geltend.

In einem Wasser mit geringer Algenvegetation ziegten die Kurven den gleichen Verlauf schon an der Oberfläche. Natürlich spielen hier die gleichen Verhältnisse ein, aber die O_2-Produktion ist so gering, dass die benutzte Analysenmethode für die oben erwähnten Schwankungen keine deutlichen Werte gibt. Diese Erscheinung und seine Bedeutung für die Erklärung der Sauerstoffschichtung in verschiedenen Wassertypen wird von mir in einer späteren Arbeit ausführlicher behandelt werden.

Die allgemeine Erscheinung, dass die Planktonproduktion in einem natürlichen Wasser bei konstanten Ernährungsverhältnissen in kurzer Zeit Schwankungen hinsichtlich der Produktionshöhe aufweisen kann, hat ihre Ursache in den herrschenden Temperatur- und Lichtverhältnissen. Der Einfluss, den diese Faktoren je für sich oder zusammen ausüben, ist noch nicht in genügender Ausdehnung beachtet worden. STEUER (1910) hebt hervor, dass "Temperaturverhältnisse quantitativ die Pflanzenproduktion beeinflussen" und ZUNTZ sagt "Die Besonnung lässt den Reichtum an pflanzlichen Organismen rasch anwachsen". Während Temperatur und Licht als produktionsbedingende Faktoren nur unbedeutend beachtet worden sind, ist dagegen die Anreicherung des Wassers mit Nahrungsstoffen durch Düngung Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Teichdüngungen mit sowohl organischen wie unorganischen Nahrungsstoffen haben gezeigt, dass hiermit eine erhebliche Zunahme der Planktonproduktion hat erzielt werden können. NAUMANN (1919, 1925) hat nachgewiesen, dass die Planktonproduktion in Beziehung zu chemischen und physikalischen Milieufaktoren gebracht werden kann. In jedem natürlichen Wasser, das nicht an produktionsbegrenzenden Licht- und Wärmemaxima leidet und wo der pH-Standard in der Nähe oder über dem Neutralpunkte liegt, kommt es zu einer Planktonproduktion, die in erster Linie direkt durch den Gehalt des Wassers an Phosphorsäure und Stickstoff reguliert wird.

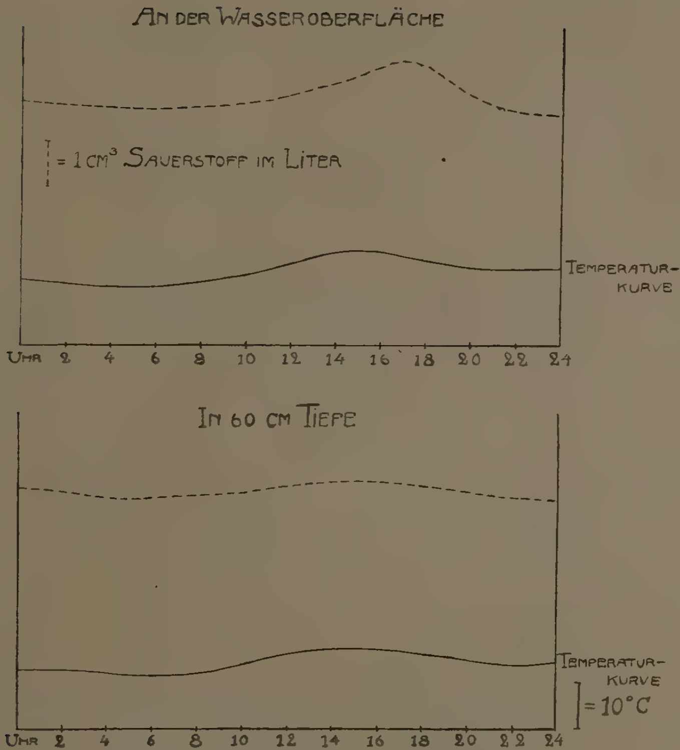


Fig. 2. Sauerstofferhältnisse an der Oberfläche und in einiger Tiefe in planktonreichen Teichen.

Gleichzeitig mit den Versuchen über vegetationsgefärbtes Wasser und seine Assimilationsleistung wurden auch Parallelversuche zur Feststellung der Möglichkeiten für Autotrophie bei Eutrophierung angestellt. Die Versuchsaufstellung war die gleiche wie bei den übrigen Experimenten. Flaschen wurden mit 1 % Heringmehl versetzt und mit 10 % des an *Chlamydomonas* reichen Wassers

geimpft, das zum Parallelversuch verwendet worden ist. Das Versuchswasser enthielt also zu Beginn 19600 Algen per ccm. Das verwendete Heringmehl hat u. a. folgende Zusammensetzung:

Stickstoff	7.4 %
Phosphorsäure	7.4 %
Kochsalz	9.3 %

Die Kulturversuche dauerten 10 Tage, worauf die Reaktion und die O_2-Menge des Wassers bestimmt und der Allgemeinzustand der Algen untersucht wurde. Es war hierdurch möglich auf indirektem Wege die physiologische Wirkung der Düngung auf die Planktonproduktion zu verfolgen.

Die Versuche zeigen, dass ein Wachstum bei Gegenwart dieser Nahrungsstoffe nur in den allerobersten Wasserschichten hat stattfinden können, während dagegen die Algen in grösserer Tiefe, die die dort herrschenden Lichtverhältnisse als hemmenden Faktor gehabt haben, zu zerfallen begonnen haben. Im sämtlichen Fällen fielen die Kulturen schon in einer Tiefe von 3 Meter, wo das Licht im besten Falle (See Fiolen) 12 % des vollen Tageslichtes betrug, der Destruktion anheim. Während der Versuchszeit ferner die Temperatur, wie früher hervorgehoben, in den verschiedenen Proben der gleichen Serie etwa dieselbe gewesen, weshalb sie von diesem Gesichtspunkte aus direkt vergleichbar sind. Das Versuchswasser ist mit organischer Substanz angereichert worden und dieses wirkt bekanntlich stark sauerstoffreduzierend. Hier hat auf bakteriogenem Wege eine Zersetzung stattgefunden und bei niedrigerer Lichtintensität war der O_2-Verbrauch grösser als die Produktion von O_2, die bei diesen Lichtverhältnissen erhalten werden konnte. Bei Versuchen mit vegetationsgefärbtem Wasser ohne Zusatz von Nahrungsstoffen lag der Kompensationspunkt während der Versuchszeit in einer Tiefe von 4 Meter; hierbei herrschte eine Lichtintensität bei maxi-

maler Sonnenhöhe, die 7.8 % des vollen Tageslichtes betrug (See Fiolen).

Fiolen. 16. VIII. 1928.

Tiefe m	Temp. °C	Menge Plankton per ccm	Menge O_2	Menge O'_2	δ	pH	Planktonzustand
0	16.2	60400	2.13	6.80	—4.67	7.4	Grün
1	16.1	54800	1.39	6,81	—5.42	7.2	„
2	16.1	32000	0.51	6.81	—6.30	7.0	„
3	16.0	19600	0.00	6.82	—6.82	6.8	Beginnende Fäulnis
4	16.0	19600	0.00	6.82	—6.82	6.8	Fäulnis
5	16.0	19600	0.00	6.82	—6.82	6.7	„
6	16.0	19600	0.00	6.82	—6.82	6.6	„

Stråken. 16. VIII. 1928.

Tiefe m	Temp. °C	Menge Plankton per ccm	Menge O_2	Menge O'_2	δ	pH	Planktonzustand
0	16.2	58400	2.27	6.80	—4.53	7.4	Grün
1	16.1	42200	1.43	6.81	—5.38	7.1	„
2	16.1	19600	0.68	6.81	—6.13	6.9	Beginnende Fäulnis
3	16.1	19600	0.00	6.81	—6.81	6.8	Fäulnis
4	16.0	19600	0.00	6.82	—6.82	6.8	„
5	16.0	19600	0.00	6.82	—6.82	6.7	„
6	16.0	19600	0.00	6.82	—6.82	6.7	„

Frejen. 16. VIII. 1928.

Tiefe m	Temp. °C	Menge Plankton per ccm	Menge O_2	Menge O'_2	δ	pH	Planktonzustand
0	16.3	58400	2.17	6.78	—4.61	7.3	Grün
1	16.1	36800	0.98	6.81	—5.83	7.1	„
2	16.1	19600	0.00	6.81	—6.81	6.8	Fäulnis
2.5	16.0	19600	0.00	6.82	—6.82	6.8	„

Kontrolle.

	Temp. °C	Menge Plankton per ccm	Menge O_2	O'_2	δ	pH	Planktonzustand
Im Licht	19.4	66200	2.33	6.35	—3.02	7.8	Grün
Im Dunkel	11.3	19600	0.00	7.55	—7.55	6.7	Fäulnis

Versuche mit Asterionella—Tabellaria.

Engelmann hat hervorgehoben, dass die von chlorophyllhaltigen Pflanzen absorbierte Energie in Beziehung zur Assimilationsenergie steht. Diese Behauptung hat während der letzten Jahre durch zahlreiche Untersuchungen biologischer Art Bestätigung erhalten. Im Zusammenhang mit meinen Untersuchungen über die Lichtverhältnisse in verschiedenen Urgebirgsgewässern wurden auch einige Experimente betreffend die Wachstumsverhältnisse und O_2-Produktion einiger Diatomeen unter verschiedenen Lichtbedingungen angestellt. Die Temperaturdifferenz zwischen Oberflächen- und Grundwasser war bei diesen Versuchen noch mehr ausgeglichen und betrug maximal nur 0.4°, weshalb jeder Einfluss von dieser Seite ausgeschlossen war.

Bei der Ausführung der Versuche wurde die gleiche Methode wie früher benutzt. Flaschen wurden mit Wasser mit einer bekannten Menge von Asterionella-Tabellaria beschickt. Die Kulturversuche dauerten in jedem besonderen Fall fünf Tage und die Kulturen wurden vor und nach dieser Zeit in bezug auf pH, O_2-Gehalt, Temperatur und Grösse der Planktonproduktion untersucht. Als Nahrstoffe wurde zu den Versuchen eine Lösung von unterstehender Zusammensetzung verwendet. Es wurde kein besonderer Zusatz von Eisen gegeben, da zu den Versuchen Oberflächenwasser vom See Stråken, der 1.6 mg Fe_2O_3 per Liter enthält, genommen wurde. Bei Versuchen mit verschiedenen

Mengen Eisen stellte sich heraus, dass dieses in grösseren Quantitäten bis zu 5 mg Fe_2O_3 per Liter Nährlösung das Wachstum hemmte.

Nährlösung:

$NaNO_3$	0.3
KH_2PO_4	0.3
$MgSO_4$	0.2
$CaSO_4$	0.2
Seewasser	100

Zu den Kulturen wurden hiervon 20 ccm per 1,000 ccm Wasser gegeben.

Fiolen. 16. VIII. 1928.

Tiefe m	Temp. °C	Plankton-menge per ccm	Menge O_2	Menge O'_2	δ	pH	Anmerkung
0	16.2	1320	8.17	6.80	1.37	7.0	Guter Allgemeinzustand
1	16.1	1170	6.42	6.81	—0.39	6.8	,, ,,
2	16.1	880	4.87	6.81	—1.94	6.7	,, ,,
3	16.0	560	4.38	6.82	—2.44	6.6	,, ,,
4	16.0	320	3.94	6.82	—2.88	6.5	,, ,,
5	16.0	180	3.24	6.82	—3.58	6.3	,, ,,
6	16.0	150	3.36	6.82	—3.46	6.2	,, ,,
7	16.0	100	2.97	6.82	—3.85	6.2	,, ,,

Frejen. 16. VIII. 1928.

Tiefe m	Temp. °C	Plankton-menge per ccm	Menge O_2	Menge O'_2	δ	pH	Anmerkung
0	16.3	1090	7.11	6.78	0.33	6.7	Guter Allgemeinzustand
1	16.1	800	3.13	6.81	—3.68	6.6	,, ,,
2	16.1	640	3.14	6.81	—3.67	6.4	,, ,,
2.5	16.1	280	2.73	6.81	—4.08	6.3	Starke Degeneration

Stråken. 16. VIII. 1928.

Tiefe m	Temp. °C	Planktonmenge per ccm	Menge		δ	pH	Anmerkung
			O_2	O'_2			
0	16.2	1280	7.25	6.80	0.45	6.8	Guter Allgemeinzustand
1	16.1	960	4.78	6.81	—2.03	6.7	„ „
2	16.1	800	4.35	6.81	—2.46	6.7	„ „
3	16.1	360	4.59	6.81	—2.22	6.6	„ „
4	16.0	280	3.59	6.82	—3.23	6.6	„ „
5	16.0	240	3.33	6.82	—3.49	6.3	„ „
6	16.0	150	3.17	6.82	—3.65	6.2	Starke Degeneration

Stråken. 24. VIII. 1928.

Tiefe m	Temp. °C	Planktonmenge per ccm	Menge		δ	pH	Anmerkung
			O_2	O'_2			
0	16.3	280	7.12	6.78	0.34	6.9	Bei den Kulturversuchen wurden 5 mg Fe_2O_3 verwendet.
1	16.2	240	3.47	6.80	—3.33	6.6	
2	16.2	200	3.20	6.80	—3.40	6.6	
3	16.0	180	1.47	6.82	—5.35	6.4	
4	16.0	160	1.40	6.82	—5.42	6.2	
5	16.0	130	0.40	6.82	—6.42	6.2	
6	16.0	80	0.35	6.82	—6.47	6.2	

Kontrolle.

	Planktonmenge per ccm	Menge		δ	pH	Anmerkung
		O_2	O'_2			
Im Licht	1320	8.61			6.[illegible]	Guter Allgemeinzustand
Im Dunkel	80	0.29			6.2	Starke Degeneration

Zu den Versuchen wurde ein Plankton mit einer Konzentration von 80 Algen per ccm verwendet. Wie aus den Tabellen hervorgeht, nimmt das Wachstum in sämtlichen Fällen, obgleich mit verschiedener Geschwindigkeit, mit sin-

kender Lichtintensität ab. In den oberflächlichen Schichten wurde eine Produktion bis zur 16-fachen ursprünglichen Menge erhalten. Trotzdem der Kompensationspunkt für das verwendete Material erheblich höher als für *Chlamydomonas* liegt und eine O_2-Produktion nur in den obersten Wasserschichten erfolgen kann, findet doch unter diesen auch bei minimalen Lichtintensitäten ein Zuwachs statt. Erst bei absolutem Dunkel hört das Wachstum auf und es setzt eine starke Degeneration der Algen ein.

Die hier mitgeteilten Versuchsserien mit verschiedenem Algenmaterial zeigen, dass das Assimilationsgleichgewicht mit Hinblick auf die herrschende Lichtintensität sich in den beiden Fällen verschieden verhält. Dieses wird zum wesentlichen Teil durch die Beschaffenheit der hierbei verbrauchten organischen Substanz bedingt. Bei den Diatomen tritt fettes Öl als Assimilationsprodukt auf, bei *Chlamydomonas* dagegen Stärke. Die Erklärung der Unterschiede in bezug auf die Menge aufgenommenen und abgegebenen Sauerstoffes in den beiden Fällen ist daher in dieser Verschiedenheit zu suchen. Bei der Oxydation der Fettarten werden grössere Quantitäten Sauerstoff verbraucht. Wenn nun auch die Grösse der Atmung im allgemeinen als der bedeutungsvollste Faktor für das Assimilationsgleichgewicht zu betrachten ist, ist sie doch nicht immer ausschlagsgebend. Wie PLAETZER (1917) hervorgehoben hat, zeigen verschiedene Arten ein verschiedenens Vermögen kleine Lichtintensitäten auszunützen.

Die Frage nach den verschiedenen Assimilaten verschiedener Pflanzen und den Einfluss, den diese auf die Intensität der Atmung ausüben, muss indessen durch Laboratoriumversuche beantwortet werden. Eine derartige, auch höhere submerse Pflanzen umfassende Untersuchung würde sicherlich manche Aufschlüsse von Wert für die Erklärung der Vegetationszonierung in unseren Seen liefern.

Litteratur.

ALSTERBERG, G., Die Winklersche Bestimmungsmethode für in Wasser gelösten, elementaren Sauerstoff sowie ihre Anwendung bei Anwesenheit oxydierbarer Substansen. — Biochemische Zeitschrift 1926.

LOVEN, H., Några rön om algernas andning. — Bihang till K. V. A. Handlingar. Bd 17., Afd. 3. 1891.

NAUMANN, E., Fortsatta försök angående fytoplanktonproduktionens beroende av vattnets näringstillgångar. Skrifter utgivna av Södra Sveriges Fiskeriförening 1919.

—, Undersökningar över fytoplankton i dammar vid Aneboda fiskeriförsöksstation åren 1911—1920. Lunds Univ. Årsskr. 1925.

NORDQUIST, O., Über das Eindringen des Lichtes in von Eis und Schnee bedeckten Seen. Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie. 1910.

PLÆTZER, H., Untersuchungen über die Assimilation und Atmung von Wasserpflanzen. Verh. d. physikalischen medic. Ges. zu Würzburg. N. F. 45, 1918.

RUTTNER, F., Eine biologische Methode zur Untersuchung des Lichtsklimas im Wasser. Naturwissenschaften 12, 1924.

—, Über die Kohlensäureassimilation einiger Wasserpflanzen in verschiedenen Tiefe des Lunzer Untersees. Int. Revue der ges. Hydrobiol. u. Hydrographie. Bd XV 1926.

SCHMIDT, W., Über die Reflexion der Sonnenstrahlung an Wasserflächen. Sitz-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien, Mathem.-naturw. Kl. Abt. II d, CXVII, 1908.

STEUER, A., Planktonkunde, — Leipzig u. Berlin, 1910.

Smärre uppsatser och meddelanden.

Ny svensk fyndort för Potamogeton trichoides Cham. & Schl.

I Otto R. Holmbergs »Skandinaviens flora», h. 1 (Stockholm 1922), p. 90, angivas för *Potamogeton trichoides* Cham. & Schl. allenast tre svenska fyndorter: »Sk. Lund», »Gbg. Kvillebäcken på Hisingen» och »kanalen vid Bergslagsbanan». Vid Lund uppgives arten för år »1875, ej senare», för Göteborgs-lokalen vid Bergslagsbanan »några år från 1878». Med stöd av dessa fynddata kan också Holmberg med all rätt angiva växten som »mycket sällsynt och oftast tillfällig». En 1926 upptäckt ny svensk fyndort för denna sällsynta *Potamogeton*-art torde då vara förtjänt av ett något utförligare omnämnande.

Under en tjänsteresa för insyning av fröodlingar i juli månad 1926 kom jag att besöka bl. a. Tågarps gård i Tommarps s:n i sydöstra Skåne. I tvenne vid gården omedelbart intill varandra belägna vattendammar observerades i den ena, västra, en riklig *Potamogeton*-vegetation, varav prov i förbifarten insamlades. Vid närmare granskning befanns *Potamogeton*-arten i fråga vara den sällsynta *P. trichoides*. Tyvärr innehöll det i hast insamlade provet blott ett fåtal blommande och fruktbärande *Potamogeton*-individ. De välutbildade frukterna gjorde det dock möjligt att lätt bestämma exemplaren till arten. Först år 1928 blev jag i tillfälle att ånyo besöka Tågarps-gården. Vattendammarna hade tydligen sedan mitt föregående besök varit föremål för upprensning, och i den västra dammen eftersöktes nu, d. 27. 7. 1928, den förut där rikligt uppträdande *Potamogeton*-arten förgäves. I den östra dammen anträffades dock detta året sterila *Potamogeton*-plantor, men i relat. ringa mängd. Den 18 juli 1929 kunde jag för tredje gången avlägga ett besök å Tågarps-lokalen. Den västra dammen var fortfarande i avsaknad av all *Potamogeton*-vegetation, men i den östra påträffades nu en sannskyldig massvegetation av rikligt blommande och fruktificerande *Potamogeton trichoides*. De över stora ytor av den ganska stora dammen ymnigt uppträdande exemplaren hade säkerligen räckt till för 1000-tals herbarieexemplar; ett 100-tal vackra pressexemplar insamlades.

Tågarps-formen av *Potamogeton trichoides* överensstämmer nära till växtsätt, blad- och fruktform etc. med den av herbarieexemplar välkända Kvillebäcks-formen från Hisingen. De redan i mitten—slutet av juli väl utbildade frukterna göra det emellertid troligt, att utvecklingen i Skåne är något tidigare än i Göteborgstrakten.

NILS SYLVÉN.

Litteratur.

Friedrich Lenz, Einführung in die Biologie der Süsswasserorganismen. — Biologische Studienbücher, IX. Herausgegeben von Walther Schelnichen. J. Springer, Berlin.

Den hydrobiologiska litteraturen har genom ovanstående arbete erhållit ett värdefullt tillskott, vari författaren inom ramen av 200 sidor lämnar en klar och saklig framställning av sötvattensbiologiska frågor. Författaren lämnar inledningsvis en koncentrerad och översiktlig framställning av mera betydelsefulla hydrografiska frågor samt en beskrivning av äldre och nyare apparater för limnologiskt fältarbete. Den biologiska avdelningen, som upptager den huvudsakliga delen av framställningen, omfattar en redogörelse för det fria vattnets växt- och djurvärld med avseende på temporal- och lokalvariation, näringsbiologi, fortplantningsförhållanden m. m. I en följande avdelning lämnas en redogörelse för växtzoneringen samt en utförlig framställning av bottenfaunan jämte kortfattade upplysningar om undersökningsmetodik och förslag till arbetsuppgifter. Bokens senare kapitel behandla livet i sötvattnet ur vetenskaplig och praktisk synpunkt. Som avslutning inför författaren ett kapitel ur den moderna sjösystematiken med indelning efter geografiska och fiskeribiologiska synpunkter.

Genom sin klara uppställning och populärt hållna text, illustrerad med ett rikhaltigt bildmaterial, vartill kommer en omfattande litteraturförteckning, representerar boken ett värdefullt bidrag till den redan betydande litteraturen på området och kan anbefallas envar, som önskar en allmän orientering inom limnologiska frågor.

GEORG LÖNNERBLAD.

Notiser.

Femte internationella botaniska kongressen. Regeringen har erhållit officiell inbjudan till deltagande i den femte internationella botaniska kongressen i Cambridge 1930. Bland utländska botanister, som av kongressens organisationskommitté hedrats med ordförande- och vice ordförandeskap för olika underavdelningar vid kongressen, märkas följande svenskar: ordförande: professor O. ROSENBERG; vice ordförande: professorerna ROB. E. FRIES, T. G. HALLE, H. LUNDEGÅRDH, C. SKOTTSBERG och N. E. SVEDELIUS.

Minnesmedaljen i guld för botanisk forskning, instiftad till professor BENGT JÖNSSONS minne, för vetenskapliga botaniska arbeten av synnerlig förtjänst har av K. Fysiografiska Sällskapet tilldelats professor RUTGER SERNANDER för hans arbete: »Zur Morphologie und Biologie der Diasporen».

Battramska resestipendiet å kr. 3,900 har tilldelats fil. kand. BERTIL LINDQUIST för skogsbotaniska studier.

Kungliga Fysiografiska sällskapet i Lund har tilldelat professor THORE C. E. FRIES ett anslag å 1,000 kr. som hjälp att erhålla amanuens H. WEIMARCK som assistent under en planerad resa till Syd-Afrika.

Professor Sv. Murbecks 70-årsdag. Med anledning av sin 70-årsdag, den 20 oktober, lät professor SV. MURBECK överlämna en summa av 500 kr. till Lunds Botaniska förening, avsedd att användas som ett tillfälligt resestipendium eller till det ändamål, Föreningens styrelse önskar.

På högtidsdagen överlämnades till professor MURBECK genom en deputation lundabotanister en genom insamling bland skandinaviska botanister och övriga vänner åstadkommen hedersgåva, bestående av ett thébord med fajansbricka jämte ett penningbelopp på 728: 55 kr., utgörande överskottet på den gjorda insamlingen. Summan ställdes till prof. MURBECKS disposition att användas till det botaniska ändamål, han själv önskar. Gåvan åtföljdes av en i pergament bunden, textad adress med samtliga givares namn (omkring 150 stycken). Textningen är utförd i akvarell och återger en bild av botaniska muséet i Lund samt blommor m. m. från prof. MURBECKS speciella forskningsområden.

Undertecknade, som denna dag granskat räkenskaperna för insamlingen till professer Svante Murbecks 70-årsdag, få härmed intyga, att inkomsterna överensstämma med oss företedda insamlingslistor och postanvisningskuponger, att samtliga utgiftsposter, tillsammans kr. 609: 50, äro verifierade, samt att överskottet, kr. 728: 55, insatts i sparbanksbok, som överlämnats till jubilaren.

Lund den 20 november 1929.

Otto R. Holmberg. Henning Weimarck.

Lunds Botaniska Förening 1929.

Styrelse.

Ordförande: Professor THORE C. E. FRIES.
V. ordförande: D:r phil. HERBERT LAMPRECHT.
Sekreterare: E. o. amanuens GEORG LÖNNERBLAD.
V. sekreterare: Assistent ARNE MÜNTZING.
Styrelseledamöter: Konservator OTTO R. HOLMBERG.
Professor N. HERIBERT NILSSON.
Amanuens HENNING WEIMARCK.

Kassör: Akademikamrerare N. HINTZE.
Bytesföreståndare: Konservator HOLMBERG.
Redaktör: Fil. d:r NILS SYLVÉN.

Förste Hedersledamot:

H. K. H. KRONPRINSEN.

Hedersledamöter:

JAKOB ERIKSSON, Professor, Stockholm.
SVANTE MURBECK, Professor, Lund.
HERMAN NILSSON-EHLE, Professor, Lund.

Ledamöter.

ANDER, F. H., Tullförvaltare, Lund.
ANDERSSON, AXEL, Lektor, Eslöv.
ANERUD, KNUT, Assistent, Alnarp, Åkarp.
ARNELL, H. WILH., Lektor, Uppsala.
CEDERGREN, GÖSTA, Fil. mag., Växjö.
CHRISTOFFERSSON, HARRY, Fil. kand., Lund.
ELG, RAGNAR, Rektor, Falsterbo.

Fries, Thore C. E., Professor, Lund.
Frödin, John, Professor, Uppsala.
Gertz, O. D., Docent, Råbygat. 9, Lund.
Gorton, A. Edw., Apotekare, Hörby.
Gorton, G., Med. kand., Klostergat. 10, Lund.
Gunnarsson, J. G., Apotekare, Vellinge.
Gustavsson, Åke, E. o. amanuens, Svalöv.
Hammarlund, C., Docent, Svalöv.
Hasselrot, Torsten, E. o. amanuens, St. Tomegat. 34, Lund.
Hasslow, O. J., Kyrkoherde, Hanaskog.
Holmberg, Otto R., Konservator, St. Södergatan 29, Lund.
Håkansson, A., Docent, Kiliansgat. 14, Lund.
Hässler, A., E. o. amanuens, Botaniska muséet, Lund.
Hörberg, T., E. o. amanuens, Zool. inst:t., Lund.
Ingvarsson, Fr., Lektor, Halmstad.
Israelsson, Gunnar, Fil. stud., Băverns grănd 16, Uppsala.
Jansson, Å., Fil. stud., Storgatan 59, Växjö.
Johansson, Emil, Fil. mag., Alnarp, Åkarp.
Johansson, Gustaf D, Studerande, Stortorget 1, Lund.
Johansson, Tage, Fil. kand., Hålabäcks gård, Gammalstorp.
Jönsson, Edvard, Assistent, Alnarp, Åkarp.
Karlsson, Hj., Häradshövding, Nybrogat. 57, Stockholm.
Kylin, H., Professor, Bantorget 6, Lund.
Lamprecht, H., D:r phil., Alnarp, Åkarp.
Lange, Th., Telegrafkommissarie, Östersund.
Lénström, C. A. E., Läroverksadjunkt, Östermalmsgat. 86, Stockholm.
Levan, A., Fil. kand., E. o. amanuens, Akad. fören., Lund.
Lindquist, Bertil, Fil. kand., Skogshögskolan, Stockholm.
Lindquist, L., Professor, Göteborg.
Ljungdahl, Hilma, Lektor, Landskrona.
Lönnerblad, G., E. o. amanuens, Fredsgat. 2, Lund.
Malmer, Maud, Fil. mag., Alvesta.
Mattsson, Nils, Fil. stud., Pilegränd 4, Ystad.
Mauritzon, J., Fil. mag., Assistent, Skomakareg., Lund.
Medelius, S., Kyrkoherde, Axelvold.
Mühlow, J. A., E. o. amanuens, Hjulhamnsgat. 7 b, Malmö.
Müntzing, Arne, Fil. lic., Assistent, Hilleshög, Landskrona.
Naumann, E., Professor, Lund.
Nilsson, Heribert, Professor, Alnarp, Åkarp.
Nilsson, H., Telegrafkommissarie, Eslöv.
Nilsson, Nils, Fil. stud., Tomegapsgat. 5, Lund.
Nilsson, Seth, E. o. amanuens, Bankgat. 2, Lund.

Nilsson, Fredrik, Fil. kand., Weibullsholm, Landskrona.
Nilsson-Leissner, G., Fil. d:r, Svalöv.
Nordenstam, S., Jägmästare, Linköping.
Persson, Gösta, Fil. stud., Östervångsvägen 3, Lund.
Persson, Tycho, E. o. amanuens, Grönegat. 3, Lund.
Peterson, D., Fil. mag., Läroverksadjunkt, Uddevalla.
Påhlman, G., Kapten, Eslöv.
Rasmusson, J., Docent, Svalöv.
Rosenquist, G., Fil. stud, Jerusalemsgat. 12, Malmö.
Ryberg, O., S:t Petri kyrkogata 10, Lund.
Sjögren, G., Fil. stud., Vinstrupsgat. 6, Lund.
Sjöstedt, L. G., Fil. d:r, Kommendörsgat. 7 B, Malmö.
Skårman, J., Lektor, Östermalmsgat. 51, Stockholm.
Stenholn, C., Kapten, Södra vägen 24, Göteborg.
Stålberg, N., Fil. kand., Axvall.
Sunesson, S., Amanuens, S:t Petri kyrkogata 7, Lund.
Sylvén, N., Fil. d:r, Svalöv.
Tedin, H., Fil. d:r, Svalöv.
Tedin, O., Docent, Weibullsholm, Landskrona.
Thore, S., Fil. stud., Ehrensvärdsgat. 14, Malmö.
Tjebbes, K., D:r phil., Hilleshög, Landskrona.
Trolander, A. S., Apotekare, Växjö.
Turesson, G., Docent, Weibullsholm, Landskrona.
Uddling, Å., E. o. amanuens, Svanegat. 5, Lund.
Uhr, Dagmar, E. o. amanuens, Lorensbergsgat. 1, Göteborg.
Weimarck, H.. Amanuens, Östervång 17, Lund.
Wiedling, S., Fil. stud., Bytaregat. 20, Lund.
Wiger, H., Läroverksadjunkt, Halmstad.
Åberg, Ewert, E. o. amanuens, Kyrkheddinge.
Åhlberg, Fr., Apotekare, Nässjö.
Åkerlund, E., Fil. kand., Hvilan, Åkarp.

Prenumeranter å Botaniska Notiser kunna utan extra kostnad efter anmälan hos sekreteraren bliva medlemmar av Föreningen.

Utdrag ur Föreningens stadgar:

1:o) Var och en, som är eller varit akademisk medborgare, äger rätt att inträda som medlem i föreningen.

2:o) På förslag av medlem kunna även andra personer inväljas.

3:o) Medlem erhåller kostnadsfritt föreningens organ, Botaniska Notiser.

BOTANISKA NOTISER

FÖR ÅR 1929

UTGIVNA AV

LUNDS BOTANISKA FÖRENING

REDIGERADE AV

N. SYLVÉN

DISTRIBUTÖR:

C. W. K. GLEERUP, FÖRLAGSBOKHANDEL

LUND

LUND 1929
CARL BLOMS BOKTRYCKERI

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

ARTFÖRTECKNING.

Nedanstående förteckning upptager endast sådana arter, som blivit i något avseende utförligare benandlade. Nya arter, former och hybrider angivas med fetstil. * vid angiven sida betecknar, att avbildning förekommer.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

Utgivet den 15 dec. 1929.

Lund 1929. Carl Bloms Boktryckeri.